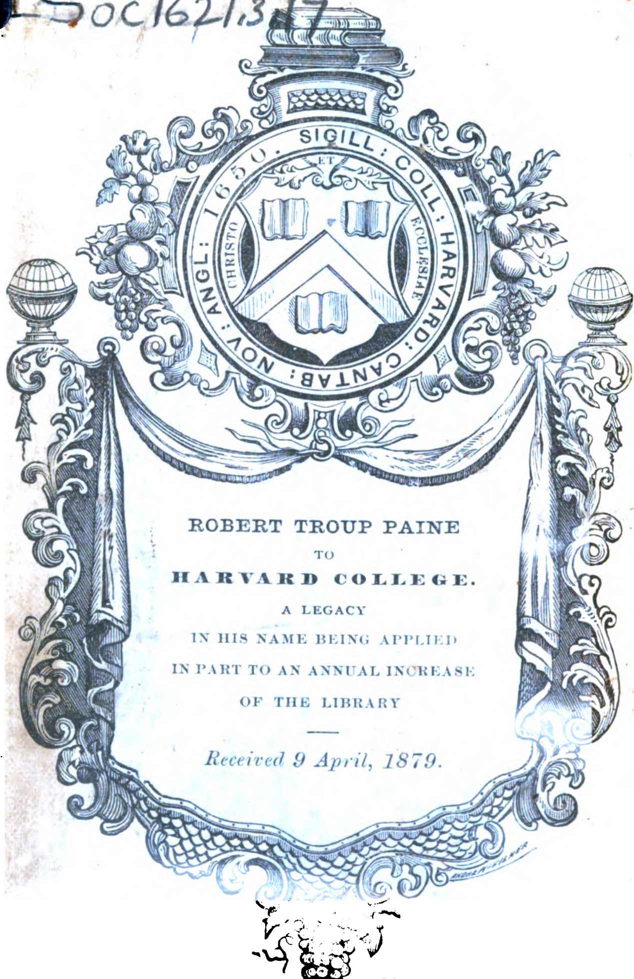



SIGILL : COLL : HARVARD : CANTAB : NOV : ANGL : 1650.
CHRISTO
ET
ECCLESIAE



HISTOIRE
DE
L'ACADÉMIE
ROYALE
DES SCIENCES.

Robert Troup Paine

to

HISTOIRE

Harvard College

DE

L'ACADÉMIE ROYALE DES SCIENCES.

ANNÉE M. DCC. LXII.

Avec les Mémoires de Physique, pour la même Année,

Tirés des Registres de cette Académie.

TOME PREMIER.



A PARIS,

Chez PANCKOUCKE, Hôtel de Thou, rue des Poitevins.



M. DCC. LXXVII.



TABLE POUR L'HISTOIRE.

TOME PREMIER.

PHYSIQUE GÉNÉRALE.

ANATOMIE.

CHIMIE.

BOTANIQUE.

ALGEBRE.

ASTRONOMIE.

HYDRAULIQUE.

DIOPTRIQUE.

ACOUSTIQUE.

MÉCANIQUE.

TABLE

POUR LES MÉMOIRES.

HISTOIRE



HISTOIRE
DE
L'ACADÉMIE ROYALE DES SCIENCES.

Année M. DCCLXII.

PHYSIQUE GÉNÉRALE.

Sur les mines de sel de Wieliczka en Pologne.

LES Physiciens font ordinairement dans leurs voyages tout le contraire des autres Voyageurs, ils diminuent le merveilleux que ces derniers, peu instruits ou peu exacts, semblent se plaire à répandre sur une infinité de points d'Histoire Naturelle : cette diminution cependant ne fait rien perdre à ces

objets de leur prix réel; elle eſt ſouvent plus que compenſée par des obſervations importantes, que des yeux accoutumés aux recherches Phyſiques, ſavent ſubſtituer aux fables dont on avoit chargé leurs deſcriptions.

La Relation du voyage que M. Guettard a fait en Pologne, nous fournira plus d'un exemple de ce que nous venons d'avancer; mais un des plus frappants eſt la Deſcription qu'il a donnée des fameuſes mines de ſel de Wieliczka, qu'il a eu occaſion d'examiner.

Il eſt peu de Voyageurs qui aient paſſé à portée de ces mines ſans les viſiter; mais il ſemble que preſque tous aient eu pour but, dans les Relations qu'ils en ont données, de dépayſer, pour ainſi dire, le Lecteur & de faire illuſion à ſa curioſité. L'imagination des Poëtes n'a rien produit d'auſſi ſingulier que ce que la plupart des Voyageurs ont dit de ces mines; les uns en ont fait des demeures preſque comparables aux enfers d'Homère & de Virgile; d'autres y ont vu des palais brillans de toutes ſortes de pierreries & dignes de ſervir de demeures aux Dieux de l'Olympe; d'autres enfin y ont remarqué des rivières, des villes, des égliſes & un peuple nombreux

qui naissoit dans ces souterrains, & dont plusieurs mouroient très-avancés en âge sans avoir jamais apperçu la lumière du jour : en un mot, l'amour du merveilleux & l'imagination riante ou effrayée des Voyageurs, ont fait des peintures si dissemblables de ces mines, qu'on ne croiroit jamais qu'elles représentassent le même objet ; plusieurs, qui n'ont osé y descendre, ont donné pour des observations faites par eux tout ce qu'ils en ont entendu dire, qu'ils ont peut-être même orné ensuite de quelques traits de leur façon. Nous allons bientôt voir ce que le sang-froid du Physicien a eu à retrancher de ces descriptions si brillantes ou si terribles.

Les mines de sel de Wieliczka sont placées sous une montagne, au-dessus de laquelle est bâtie la ville qui leur donne ce nom : on peut descendre dans ces mines par des puits, qui sont au nombre de neuf, par lesquels on tire le sel & par lesquels les ouvriers montent & descendent, à l'aide d'un cable, autour duquel ils entortillent la corde d'une espèce d'étrier de sangle sur lequel ils sont assis : on y peut aussi descendre par des échelles ou ranchers placés le long des parois de ces puits.

Ceux qui ne veulent pas s'expoſer au riſque de cette façon de deſcendre dans les mines, peuvent ſe ſervir d'un eſcalier pratiqué à environ trois cents toiſes d'un de ces puits : cet eſcalier, très-bien bâti en brique & en moëllon, a environ quatre cents ſoixante-dix marches, & ce fut par-là que deſcendit M. Guettard.

Ces mines ne diffèrent en rien des mines ordinaires, ſi ce n'eſt que l'air y eſt beaucoup plus ſain ; les bancs de ſel ne s'y trouvent qu'à une aſſez grande profondeur, & après avoir percé une épaiſſeur de terrain conſidérable : le premier lit qu'on rencontre eſt entièrement de ce même ſable dont une grande partie du terrein de la Pologne eſt compoſé : au-deſſous ſont pluſieurs lits de terres glaiſeuſes, qui varient un peu par leur couleur & qui ſont plus ou moins mêlées de ſable & de gravier ; quelques-unes en ſont preſqu'exemptes, & les Mineurs les nomment alors *halda-midlarka* ou terre ſavonneuſe.

Quelques-uns de ces lits de terre ſe trouvent parſemés de corps marins, comme de coquilles ou de madrépores : les coquilles ſont du genre de celles qu'on nomme *cames*, & preſque toutes aſſez petites.

Dès qu'on eſt arrivé à une certaine profondeur, les lits de terre ſe trouvent ſéparés par des lames de pierre, que leur peu d'épaiſſeur a fait regarder comme des ardoiſes, mais qui ſont de véritables pierres calcaires, & n'ont rien de commun avec l'ardoiſe, que d'être minces & par lames; on y trouve auſſi d'eſpace en eſpace des blocs de pierre dont la couleur eſt une eſpèce de gris-de-fer. M. le Comte de Schober même, qui a écrit ſur ces mines avec aſſez de détail, aſſure avoir vu des bancs de terre ſéparés par une eſpèce d'albâtre, mais M. Guettard n'en a point vu de cette eſpèce.

Les derniers lits de glaiſe ſont encore ſéparés par une ſubſtance encore plus ſingulière, par une eſpèce de plâtre: cette pierre, au premier coup d'œil, repréſente une collection de dents de quelque animal devenues plâtreuſes, mais l'étendue de ces lits ne permet pas de l'adopter: on peut ſe figurer cette ſubſtance, en imaginant une pâte molle filée & tortillée en anſes alongées qui tiendroient les unes aux autres, & dont pluſieurs feroient appliquées les unes ſur les autres. Dès que les Mineurs ont apperçu cette pierre, ils ſe tiennent ſûrs

de trouver bientôt les bancs de ſel, & les rencontrent effectivement. Toutes ces matières, qui forment les différens lits dont nous venons de parler, ne ſont pas toujours rangées horizontalement; ces lits s'élèvent & s'abaiſſent fréquemment, mais ce n'eſt qu'après les avoir tous percés qu'on arrive aux véritables bancs de ſel, qui ne ſe trouvent qu'à environ trois cents pieds de profondeur. Il s'en rencontre cependant dans les derniers bancs de glaiſe, & on lavoit autrefois ces terres pour l'en retirer par évaporation, mais la diſette de bois a fait abandonner ce travail; on ſe contente d'en détacher des morceaux aſſez gros & aſſez tranſparens pour être employés à de petits ouvrages qui imitent le criſtal.

On trouve immédiatement ſous ces bancs de glaiſe des bancs de ſel de peu d'étendue & de peu d'épaiſſeur, & même ſouvent de blocs de ſel iſolés & placés obliquement dans la glaiſe; mais auſſitôt après on rencontre les véritables bancs de ſel.

L'étendue de ces bancs eſt abſolument inconnue; on y a percé des galeries de huit à neuf cents pieds, ſans en trouver ſa fin: on n'eſt guère plus certain de

leur épaisseur, elle varie beaucoup, mais il est certain qu'il se trouve dans ces mines des excavations de trente à quarante pieds de hauteur, creusées dans une masse de sel, sans qu'on en ait même atteint le terme. Cette masse énorme va en s'inclinant d'environ 45 degrés; elle ne suit cependant pas par-tout cette direction; elle est quelquefois horizontale, quelquefois elle se redresse pour suivre apparemment les contours des différentes montagnes sous lesquelles elle s'étend. La substance de ce sel est assze dure, & sa couleur d'un gris clair ou d'un assez beau blanc; il est communément opaque, mais il s'en trouve des morceaux plus ou moins transparens; & lorsqu'on examine attentivement à la loupe des morceaux de ce sel, on voit qu'ils sont entièrement composés de petits cubes; figure qu'affecte, comme on sait, le sel marin dans sa cristallisation: aussi reprend-il cette même figure, lorsqu'après l'avoir fait dissoudre dans l'eau on le fait cristalliser de nouveau; & les eaux, qui se font jour quelquefois dans les chambres abandonnées, y forment à la longue des masses de sel, dans lesquelles on reconnoît la même texture.

On trouve quelquefois dans le milieu

des maſſes du ſel le plus blanc, des parties d'une ſubſtance noirâtre plus ou moins conſidérables, & qui paroiſſent être du bois pourri : ce bois expoſé à la flamme d'une bougie, s'enflamme promptement & s'éteint de même, répandant une odeur d'huile empyreumatique ; on a même aſſuré M. Guettard qu'on trouvoit auſſi quelquefois des pyrites dans le ſel ; ce qui ne ſeroit pas bien étonnant, les glaiſes qui ſe trouvent dans le ſel & aux environs étant plus que ſuffiſantes pour les produire.

L'inclinaiſon des bancs de ſel à l'horizon, qui, ſelon les obſervations de M. Guettard, va juſqu'à 45 degrés, oblige de pratiquer différens étages dans l'excavation de ces mines ; les galeries même vont en baiſſant vers le fond de la mine ; elles aboutiſſent à des carrefours ou chambres aſſez vaſtes, dans leſquels on laiſſe aujourd'hui quelques piliers pour en aſſurer la voûte & pour prévenir les éboulemens que le défaut de cette précaution & le poids énorme dont ces voûtes ſont ſurchargées occaſionnoient quelquefois. C'eſt dans quelques-unes des chambres les plus éloignées que ſont percés les puits qui communiquent d'un étage de la mine à l'autre ;

c'eſt par ce puits qu'au moyen de treuils, ſur leſquels ſe devident des cables & qui ſont menés par des chevaux, on fait monter des maſſes de ſel énormes qu'on détache dans les étages inférieurs, & qu'après les avoir roulées dans les galeries, elles ſont enlevées par d'autres puits juſqu'à la ſurface de la terre. Ces chevaux, qu'on a beaucoup multipliés depuis quelques années, pour épargner aux hommes le travail le plus dur & le plus pénible de ces mines, n'en ſortent pas, du moins tant qu'ils ſont en état de ſervir; on leur a creuſé dans la maſſe même du ſel des écuries commodes; l'eau des pleurs de terre, qu'on trouve au commencement de ſa mine, eſt ménagée & conduite avec ſoin pour leur fournir à boire.

Dans les mêmes carrefours où ſe trouvent les puits dont nous venons de parler, ou dans leur voiſinage, on a pratiqué des eſcaliers qui communiquent auſſi d'un étage à l'autre: en deſcendant ces eſcaliers, comme en parcourant les galeries inclinées qui conduiſent d'un carrefour à l'autre, on trouve à droite & à gauche les embouchures de pluſieurs autres galeries qui conduiſent à d'autres travaux de la mine; on n'y

reſſent aucune incommodité, l'air y eſt pur & ſain; on y entretient une très-grande propreté; & le ſeul déſagrément qu'on y éprouve eſt la pouſſière que le travail & les pieds des chevaux y excitent quelquefois.

Il faut cependant mettre en ligne de compte un accident plus fâcheux qui arrive quelquefois dans ces mines, c'eſt l'exploſion ſubite d'une vapeur inflammable qui s'amaſſe dans quelques endroits, ſur-tout dans les chambres abandonnées, & qui s'allumant au feu des lumières que portent les ouvriers, les met en riſque de leur vie, par la violence de ſon exploſion, mais heureuſement ces accidens ne ſont pas fort fréquens. La piété des Polonois leur a fait creuſer dans ces demeures ſouterraines des chapelles où certains jours de l'année on dit la Meſſe; la plus grande de toutes eſt celle qui eſt dédiée ſous l'invocation de Saint Antoine; elle peut avoir trente pieds de longueur ſur vingt à vingt-quatre de largeur, & dix-huit pieds de hauteur: l'autel, les colonnes torſes qui ornent le rétable, celles qui ſoutiennent la voûte, le crucifix, & les autres ornemens de l'autel, des figures d'Anges, celles de Saint François, de

Saint Antoine & de Sigiſmond, roi de Pologne, tout eſt abſolument de ſel, & ce ſeul endroit mériteroit la peine que l'on prend pour ſe rendre dans le lieu où il ſe trouve.

Telle eſt en *abrégé la deſcription* de ce que M. Guettard a vu dans les mines de Wieliczka ; nous diſons qu'il a vu, car il s'en faut beaucoup qu'il en ait parcouru toute l'étendue, mais on l'a aſſuré qu'il ne trouveroit dans le reſte que la répétition de ce qu'il venoit de voir : la chambre la plus profonde à laquelle il eſt parvenu, ſe nomme *Czuſtrinski ;* elle eſt environ huit cents pieds plus bas que la ſurface de la terre. Il y a dans cette chambre un puits profond de deux cents pieds, au fond duquel on travailloit alors à former des galeries pour en tirer le ſel ; le fond de ce puits ſeroit donc, ſelon le rapport des Mi*neurs*, à mille pieds, ou environ la dixième partie d'une de nos lieues, de profondeur ; mais ſi on veut s'en rapporter aux expériences du baromètre, faites par M. Schober, il en faudra déduire environ quatre cents pieds, & nous aurons pluſieurs mines, même en France, plus profondes que les ſalines de Wieliczka. Il ne nous reſte plus à expoſer

que la manière dont on en tire le ſel, & l'origine, que M. Guettard attribue au prodigieux amas de cette matière qu'on y rencontre.

Les ouvriers qui travaillent au fond des mines n'y reſtent que huit heures; au bout de ce temps ils remontent & ſont relevés par d'autres. La dureté de ce travail ne leur permettroit pas de le continuer plus long-temps.

Pour ſéparer le ſel de la maſſe, ils y creuſent avec des pics deux ſillons longitudinaux de la longueur qu'ils veulent donner au bloc, & deux tranſverſaux, qui forment avec les premiers un quarré long. Lorſque ces ſillons ont atteint la profondeur néceſſaire pour approcher de l'épaiſſeur qu'ils veulent donner au bloc, ils y enfoncent, à trois pouces les uns des autres, de longs coins de fer; ces coins font infailliblement détacher le bloc, & ſa chûte s'annonce par une eſpèce de déchirement. Les dimenſions ordinaires de ces blocs, ſont de vingt pieds de long, ſix de large & trois d'épaiſſeur.

Chacun de ces blocs ſe diviſe en trois, & on réduit chacune de ces parties en cylindre peſant quatre cents milliers: cette forme cylindrique donne la facilité

de les rouler dans les galeries & en facilite le transſport. Les morceaux qui proviennent de cet arrondiſſement, ſont mis dans des tonneaux qui pèſent ordinairement ſix cents livres, & les úns & les autres ayant été conduits aux puits, ſont enlevés par les treuils dont nous avons parlé. On tire par an, de ces mines, douze à treize millions de livres de ſel, qui ſe débite en Pologne & dans quelques pays voiſins, après qu'on en a envoyé vingt mille tonneaux à la Nobleſſe de la grande & petite Pologne.

On ne tire aujourd'hui des mines de Wieliczka que du ſel en pierre : il s'y trouve néanmoins de l'eau ſalée en quantité ; elle provient des pleurs de terre, qui en pénétrant la maſſe de ſel, le diſſolvent & ſe rendent dans les cavités de la mine. On les en retire ſoigneuſement par des machines placées aux endroits où on les conduit par des rigoles artiſtement ménagées. On profitoit autrefois du ſel de ces eaux en les faiſant évaporer, mais depuis 1724 la diſette du bois a fait abandonner ce travail.

Il auroit été bien difficile à M. Guettard d'obſerver, comme il l'a fait, la ſituation & l'intérieur de ces mines, ſans former quelques réflexions ſur la cauſe

qui avoit pu produire un si énorme amas de sel au fond de la terre : il pense que cet amas est dû aux eaux de la mer, qui ayant couvert tout ce pays jusqu'aux montagnes, au pied desquelles sont placées les mines, soit dans le temps de quelque inondation particulière, soit dans celui du déluge universel, y ont déposé d'abord le sel qu'elles contenoient à mesure que l'évaporation les a diminuées, ensuite les différentes glaises & les espèces de pierres calcaires qui en séparent les bancs, & enfin le sable qu'elles avoient apporté.

Cette conjecture est fondée sur l'uniformité de position de ces lits, qui n'est interrompue que par quelques sinuosités qui ressemblent bien aux ondulations d'un fluide, sur la position de toutes ces différentes matières, qui est telle que les plus pesantes sont toujours au-dessous des autres, sur la figure des grains de sable, qui semblent tous avoir été roulés, sur les coquilles & les autres corps marins qu'on y trouve répandus; tous ces caractères ne laissent guère lieu de douter que ces mines n'aient été fournies par un dépôt de matières suspendues dans un fluide & ensuite déposées sur le terrein primitif, qu'elles ont recouvert d'un

grand nombre de nouvelles couches. A l'égard des lits de plâtre & d'albâtre & des morceaux de pierre calcaire qui peuvent se trouver mêlés dans ces différens lits, ils ne peuvent fournir aucune objection contre le système de M. Guettard; leur formation peut être de beaucoup postérieure à celle des mines, & elles peuvent avoir pris naissance dans les fentes ou les cavités que les matières déposées avoient laissées entr'elles en se consolidant & en se desséchant.

Il suit de l'opinion de M. Guettard, que les amas souterrains de sel, qui, selon l'opinion commune, donnent la salure aux sources salées, devroient se trouver toujours au pied des hautes montagnes; mais cette objection, si on la faisoit, n'en seroit pas une, elle seroit plutôt une preuve de l'opinion de M. Guettard: car, en effet, presque toutes les fontaines salées sont placées de cette manière, on en trouve tout le long du mont Karpack, dans l'espace de plus de cent lieues; les mines de sel de Saltzbourg & celles qu'on trouve en Calabre, les fontaines salées de presque toute l'Allemagne, celle de Salies dans le Béarn, les puits salés de Salins en Franche-comté, de Dieuze, Château-salins & Rozières

en Lorraine, sont tous placés de la même maniere au pied des hautes montagnes; &, ce qui est bien à remarquer, c'est que toutes ces sources sont entourées de lits de terre & d'argile sans aucune roche, & que ces lits forment des ondulations & sont un peu inclinés à l'horizon; tous caractères qui semblent annoncer des terreins formés par des dépôts.

Cette espèce de preuve a même paru si forte à M. Guettard, qu'il pense que si on recherchoit avec soin aux environs des endroits où se trouvent les sources salées, on trouveroit peut-être des mines de sel gemme semblables à celles de Wieliczka: en effet, il est comme reçu que l'eau salée des puits & des fontaines ne doit sa salure qu'à des bancs de sel qu'elle rencontre & qu'elle dissout dans sa route. Il ne s'agiroit donc que de trouver ce magasin: jusqu'ici ces bancs salins n'ont été trouvés que par une espèce de hasard; pourquoi ne profiteroit-on pas des connoissances que donnent les observations de M. Guettard, pour faire la même recherche par principes & à la faveur de la théorie qu'elles semblent indiquer? Des fouilles dans les montagnes au-dessus de ces sources,

pourroient, si elles étoient prudemment dirigées, conduire d'autant plus sûrement à cette découverte, qu'il paroît, par tout ce que M. Guettard a pu rassembler d'observations sur cette matière, que dans tous les endroits où se trouvent des mines de sel, elles sont constamment recouvertes de lits des mêmes matières. Il seroit donc facile de reconnoître si on se trouvoit sur la véritable route, long-temps avant que d'être parvenu aux véritables bancs de sel; & cette découverte si importante, seroit, si elle avoit lieu, un fruit du voyage de M. Guettard; c'en sera sûrement un que d'avoir éclairé la curiosité du Public sur un point d'Histoire Naturelle, qu'il semble qu'on eût pris plaisir à défigurer par les fables dont on l'avoit surchargé. On verra désormais dans ces mines, au lieu des villages, des rivières, des habitans chimériques, que les observations de M. Guettard ont détruits sans retour, des masses prodigieuses de sel, des effets admirables de l'industrie humaine, & des vestiges du plus grand évènement que l'Histoire de la Pologne & peut-être celle de notre globe puissent nous fournir.

SUR QUELQUES PHÉNOMÈNES
Cités en faveur des Électricités en plus *& en* moins.

Nous avons rendu compte en 1753 (1) & en 1755 de la dispute qui s'étoit élevée entre les Physiciens électrisans, sur les deux espèces d'électricité en *plus* & en *moins*, & des raisons qui avoient été produites de part & d'autre, tant pour appuyer cette opinion que pour la détruire ; voici encore une suite de ce travail. Certaines expériences ont été alléguées par les partisans de M. Franklin, en faveur de l'électricité en plus & en moins. Ce sont ces mêmes expériences que M. l'abbé Nollet a répétées très-soigneusement & examinées dans toutes leurs circonstances, les réponses qu'il a faites aux inductions qu'on en vouloit tirer, & les nouvelles tentatives qu'il a employées pour éclaircir les points douteux qui forment les Mémoires dont nous allons rendre compte; il prétend, en un mot, faire voir que des expériences citées par les partisans de

(1) *Voyez Histoire 1753, & Histoire 1755.*

M. Franklin, il ne résulte point la nécessité de n'admettre qu'un seul courant de matière électrique, allant tantôt d'un sens & tantôt de l'autre, suivant que le corps qu'on électrise est épuisé ou surchargé d'électricité; qu'elles se peuvent également expliquer par les deux courans dont il admet l'existence, & qu'enfin plusieurs faits qu'il allègue qui s'expliquent très-bien dans ce dernier systême, se refusent absolument à l'hypothèse des deux différentes électricités.

Le premier article qu'examine M. l'abbé Nollet, est la compressibilité que quelques partisans des deux électricités attribuent à la matière électrique: cette qualité devient, dans cette hypothèse, absolument nécessaire, puisqu'on veut que cette matière soit condensée dans le corps électrisé *en plus*; mais au lieu de conclure de cette nécessité, l'existence de cette compressibilité dans la matière électrique, ne seroit-il pas mieux d'examiner si elle y est: & si elle n'y est pas, d'abandonner l'hypothèse, qui ne pourroit subsister sans elle?

La matière de l'électricité est assez généralement reconnue pour être la même que celle du feu, & les parties

de cette dernière ont été de tout temps regardées comme très-dures, puisqu'il n'est aucun corps qu'à la longue elles ne puissent entamer. Quant au ressort, il se trouve des raisons presqu'égales pour leur en attribuer que pour leur en refuser; mais quand on leur en accorderoit, & même à un très-grand degré, en résulteroit-il qu'elles fussent compressibles au point qu'on la suppose? Une boule d'acier bien trempé, a certainement plus de ressort qu'une bale de coton ou de liége de même volume, & personne cependant ne croira qu'elle soit plus compressible que ces dernières: un fluide composé d'élémens de cette nature, qui reviennent assez à la dureté extrême que Boërhaave attribue aux parties de feu, sera certainement élastique, & cependant très-peu compressible. On pourroit objecter que la matière du feu se condense dans une barre de fer lorsqu'on la fait chauffer, mais il se trouve dans ce phénomène une différence bien marquée d'avec l'électricité; le morceau de fer électrisé garde constamment son même volume, & celui du fer chauffé augmente le sien; effet naturel de l'introduction d'une matière qui s'est accumulée dans ses pores.

Inutilement diroit-on que la force avec laquelle la matière est poussée par l'électricité étant moindre que celle de la chaleur, elle n'a pu vaincre la cohésion des parties du fer pour augmenter le volume de ce dernier : une expérience faite par M. l'Abbé Nollet, prouveroit évidemment le contraire. Il a électrisé un thermomètre de mercure très-sensible, jusqu'à ce que la matière électrique communiquée à la boule se fît voir à l'autre extrémité de la colonne par des jets de lumière, il avoit alors une colonne de métal fluide, dont les parties n'avoient aucune cohésion, pénétrée de matière électrique autant qu'elle pouvoit l'être ; & il n'a jamais observé dans cette colonne la plus petite augmentation sensible ; ce qui auroit cependant dû arriver, si la matière électrique y eût été comprimée, puisqu'elle n'auroit pas manqué de séparer les globules de mercure, qui ne tiennent point ensemble, & d'augmenter par-là le volume du mercure & la hauteur de la colonne.

Il arrive quelquefois que les globes de verre & de soufre éclatent & se brisent en morceaux lorsqu'on les frotte pour les électriser, mais on n'en peut rien conclure par rapport au ressort de

l'électricité ni par rapport à sa condensation. Le même accident n'arrive que trop aux meules de Coutelier ; cette Histoire même en fournira un exemple, & on ne s'est pas encore avisé d'attribuer cet effet à l'électricité, mais seulement à la force centrifuge que le mouvement très-vif de rotation imprime à leurs parties, mais quand même on voudroit attribuer cette rupture des globes à l'électricité, il ne seroit nullement nécessaire d'admettre que cette matière électrique fût compressible, on fera infailliblement éclater un vase fragile, en y forçant de l'eau ou tout autre fluide incompressible.

Le second point que M. l'abbé Nollet examine dans ce Mémoire, est la condensation ou surabondance de matière électrique qu'on suppose dans un corps ; & l'exhaustion ou épuisement de cette même matière dans un autre : ces deux états sont, suivant les partisans des deux électricités, la cause première de tous les phénomènes ; mais M. l'abbé Nollet ne trouve pas cette supposition mieux fondée que celle de la compressibilité. En effet, comment comprendre qu'on puisse condenser un fluide dans l'intérieur d'un corps dont les pores lui offrent une

infinité de passages pour s'échapper, ou qu'on puisse l'en épuiser quand ces mêmes pores offrent une libre entrée au fluide de même nature qui l'entoure de toutes parts ? ce seroit vouloir épuiser d'eau, par le moyen d'une pompe, un vaisseau percé de trous qui seroit au fond d'une rivière, ou vouloir l'en surcharger. Ce seroit en vain qu'on voudroit employer, pour expliquer cette surcharge ou cet épuisement, les petites atmosphères dont M. Wilson imagine que les corps sont comme enduits & qui interceptent le passage à la matière électrique, qui dans le cas où on en épuise un corps, se présente pour y rentrer. Il faudroit premièrement donner des preuves de l'existence de ces petites atmosphères; mais quand même on adopteroit cette hypothèse, on n'en pourroit pas tirer un grand avantage pour l'explication du phénomène en question, & d'ailleurs elle est contredite par des faits sans nombre. On ne peut, par exemple, nier l'existence d'une atmosphère attractive & répulsive en même temps, qui se trouve autour du corps dans toute sa longueur aussitôt qu'il est rendu électrique même par épuisement ou en *moins*. Or, si la petite atmosphère supposée

intercepte toute communication avec le fluide électrique ambiant, comment & par quelle raison celui-ci prend-il subitement la faculté d'attirer & de repousser à l'occasion du vuide survenu dans le corps électrisé, avec l'intérieur duquel il ne communique point; & s'il y communique, qui l'empêcheroit d'y rentrer? Examinons maintenant les faits que les partisans des deux électricités allèguent pour en établir l'existence.

Quand on frotte un globe de verre avec un coussin isolé, si quelque partie du coussin vient à s'approcher du conducteur électrisé par ce même globe, les étincelles qui éclatent entre deux, sont communément plus fortes que celles que tireroit de ce conducteur un corps non isolé, c'est uniquement, disent les partisans de M. Franklin, parce que la matière électrique, condensée dans le conducteur, se précipite avec plus de violence dans le coussin qui en est épuisé, qu'elle ne le feroit dans tout autre corps qui en auroit sa dose naturelle.

Quand on viendroit à bout d'expliquer, par les deux électricités, tous les phénomènes dont nous venons de parler, il s'en trouveroit encore un qu'on auroit peine à y ramener, c'est l'inflammation

l'inflammation de l'étincelle & l'action rétroactive de ce feu sur le conducteur; car il est bien certain que si un homme isolé sert de conducteur, il ressent la pipiqûure de l'étincelle aussi vivement que celui qui l'excite : en effet, comment comprendre que le fluide électrique s'enflamme jusqu'à explosion, uniquement parce qu'on lui présente un corps où son mouvement doit être plus libre? & comment concevoir, dans cette supposition, l'action rétrograde de laquelle nous venons de parler?

Si même, pour exciter l'étincelle, on se sert de deux pointes, dont l'une soit électrisée par le verre, & l'autre point du tout, & que l'expérience se fasse dans un lieu obscur, on verra sortir des deux pointes des feux qui tendent l'un vers l'autre, qui semblent se condenser à mesure qu'ils s'approchent, & qui finissent par éclater avec bruit lorsqu'ils se sont suffisamment mêlés. On objecteroit peut-être que l'un de ces feux est beaucoup plus petit que l'autre; mais indépendamment de sa direction, qui, selon les expériences de M. l'abbé Nollet, n'est pas équivoque, on ne peut rien conclure de cette différence, puisque cette émanation électrique pourroit être

absolument invisible, même dans un corps animé de l'électricité du verre, sans que l'étincelle, dont la formation exige les deux courans opposés, cessât d'éclater; il ne faudroit pour cela que terminer ce corps par une surface plane ou largement arrondie. Comment supposeroit-on encore que le conducteur, électrisé par un globe de soufre, s'épuise de la matière électrique, lorsqu'on prétend l'y voir rentrer sous la forme de point lumineux par l'autre extrémité? il ne suffiroit pas même de dire que cette matière n'y rentre pas avec la même vîtesse qu'elle en sort pour se rendre au globe; car dans cette supposition, le point lumineux devroit subsister quelque temps après qu'on a cessé de frotter le globe, & c'est ce qui n'arrive point, cette espèce de lumière s'éteignant à l'instant même que le globe cesse d'être frotté.

L'attraction & la répulsion des corps légers ne s'expliqueroient pas plus aisément dans l'hypothèse de deux électricités, même en admettant les atmosphères de M. Wilson, dont nous avons parlé, qui empêchent, selon lui, la rentrée du fluide électrique dans toute la longueur du conducteur électrisé par

le soufre; car pourquoi ces atmosphères arrêteroient-elles le fluide dans la longueur du conducteur, tandis qu'elles lui livrent un passage très-libre à son extrémité? pourquoi cette matière amassée qui enveloppe le conducteur & lui fait une espèce d'atmosphère répulsive, permet-elle plutôt au corps non électrique d'aller vers le conducteur qu'à celui qui est électrisé? & enfin pourquoi cette matière amassée & cette atmosphère rentrent-elles à l'instant dans le conducteur, si dès qu'on a cessé de frotter le globe, un homme non électrique le touche du bout du doigt?

L'expérience suivante, rapportée par M. Wilson, ne prouve pas davantage en faveur des deux électricités, il prend un siphon de verre, dont les branches égales & parallèles entr'elles ont environ trois pieds, & l'ayant empli de mercure, il en plonge les deux extrémités dans deux vases qui contiennent du même fluide, en faisant ainsi deux baromètres qui communiquent ensemble par leur partie vuide. Si après avoir isolé tout cet appareil, de manière que l'un des deux vases ne puisse pas transmettre à l'autre l'électricité qu'on lui communiquera, on conduit à l'un des deux celle d'un

globe de verre frotté, tandis que l'autre communique, au moyen d'une chaîne avec des corps non isolés, on verra, si on est dans un lieu obscur, sortir du haut de la colonne de mercure électrisée, une lumière diffuse qui se répand dans tout l'espace vuide, paroissant aller de la colonne de mercure électrisée à celle qui ne l'est pas, & au haut de celle-ci, on appercevra une petite lueur très-courte & plus brillante que celle qui est répandue dans le tuyau.

Si on se sert d'un globe de soufre pour électriser, les mêmes phénomènes auront lieu, mais dans un ordre renversé, c'est-à-dire, que la lumière paroîtra partir de la branche non électrisée, pour se rendre à celle qui l'est & au haut de laquelle on verra le petit bouquet de lumière.

C'est de cette expérience que M. Wilson pretend tirer la plus forte preuve en faveur des deux électricités; en effet, on y voit, pour ainsi dire, à l'œil changer la marche du fluide à mesure qu'on change la nature du corps électrisant.

Cependant M. l'abbé Nollet ne croit pas qu'on en puisse tirer aucune induction; il reconnoît bien, avec M. Wilson,

la direction contraire du courant de la matière électrique dans les deux cas de l'expérience ; mais il ne demeure pas d'accord que ce courant soit unique ; il en vient, selon lui, un autre en sens contraire, qui produit, par son choc avec le premier, la petite lumière qu'on voit au haut de la seconde colonne, & pour s'en assurer mieux on n'a, si on se sert du globe de verre, qu'à regarder son extrémité voisine du globe, on en verra sortir la matière lumineuse qui se précipite vers ce dernier ; & si on emploie le globe de soufre, on n'a qu'à isoler la chaîne qui communique du baromètre aux corps non isolés, & la terminer par une pointe du métal, & on y appercevra un bouquet de lumière, qu'on reconnoîtra, en l'examinant, pour une matière qui débouche en avant. Il y a donc toujours deux courans de matière électrique, & la seule différence qui se trouve dans les deux cas de l'expérience, c'est que dans celui où l'on se sert du globe de verre, le courant qui en sort est le plus fort, & celui qui y rentre le plus foible ; au lieu que lorsqu'on emploie le globe de soufre, le courant qui en sort est le plus foible ; & celui qui y rentre le plus fort : mais il

n'en résulte en aucune manière que ces phénomènes ne doivent être attribués qu'à un seul courant qui change de direction dans les deux cas de l'expérience; on en sera même bien convaincu, si on veut bien faire attention que cette expérience ne diffère pas essentiellement de celle que M. l'abbé Nollet avoit tentée en 1747, lorsqu'il mastiqua l'extrémité d'une verge de fer dans l'une des ouvertures d'un vaisseau de verre long & purgé d'air, à l'extrémité duquel étoit mastiqué un robinet de métal : dans cette expérience, comme dans celle de M. Wilson, la matière électrique sortoit d'un morceau de métal pour se rendre dans un vuide, terminé par une autre masse métallique ; mais comme les pièces étoient bien plus grandes que les colonnes de mercure & le tuyau de M. Wilson, la direction des deux courans n'y pouvoit être méconnue, & on voyoit distinctement celle qui partoit du robinet s'élancer à la rencontre de celle que jettoit la barre de fer électrisée.

Les autorités en Physique ne sont pas d'un grand poids en comparaison des faits ; mais quand on fait tant que d'en employer, il faut être exact. On a essayé d'opposer à M. l'abbé Nollet celle de

M. Symmer en faveur du ſyſtème de M. Franklin : M. l'abbé Nollet rapporte ici les paroles de ce Phyſicien, qui au lieu de nommer explicitement les effluences & affluences de M. l'abbé Nollet, admet *deux puiſſances actives & oppoſées*, & fait conſiſter tout le jeu de l'électricité dans le plus ou moins de force de chacune de ces puiſſances, & la ceſſation de toute électricité dans leur parfait équilibre ; propoſition que M. Symmer établit par des faits, & qui ne peut abſolument ſubſiſter avec l'hypothèſe d'un ſeul courant de matière électrique, tel que le ſuppoſent les partiſans des deux électricités en plus & en moins.

Il nous reſte préſentement à examiner les principaux faits que les partiſans des deux électricités prétendent faire valoir en faveur de leur hypothèſe, & les réponſes de M. l'abbé Nollet.

Si on frotte, diſent les premiers, un globe de verre garni de ſon conducteur bien iſolé, on voit paroître une aigrette enflammée à l'extrémité la plus reculée du conducteur, & cette matière a ſa ſource dans le couſſin qui frotte le globe, & dans le globe même, qui la lancent dans le conducteur & l'obligent de s'échapper par l'extrémité la plus éloignée.

Il ne s'établit donc qu'un ſeul courant qui va dans cette direction.

M. l'abbé Nollet eſt bien éloigné de nier l'exiſtence de ce courant, mais il nie qu'il ſoit ſeul : en effet, il en ſort un autre de ſon extrémité voiſine du globe, qui ſe rend à ce dernier dans une direction toute oppoſée, ſous la forme d'une frange lumineuſe, & qui a bien été reconnu pour tel par preſque tous les Phyſiciens qui ont écrit ſur cette matière, & l'exiſtence de ces deux courans s'accorde à merveille avec les attractions des corps légers, que les filets de matière qui ſe rendent au conducteur y entraînent néceſſairement, & une partie de cette matière paſſe au couſſin pour y remplacer celle qu'il fournit continuellement.

Mais, dira-t-on, comment concevoir que le feu électrique puiſſe entrer & ſortir à la fois par le même endroit du même corps ? on pourroit répondre à cette objection que vraiſemblablement ce ne ſont pas les mêmes pores qui donnent paſſage à ces courans oppoſés ; mais quand ce ſeroit préciſement les mêmes pores qui leur donneroient paſſage, eſt-ce donc le ſeul exemple en Phyſique de courans de matières

très-subtiles qui se croisent & se pénètrent en mille manières, sans déranger leur direction; & ceux qui font cette objection, ont-ils oublié que les rayons de lumière fournissent, en se croisant dans les espaces extrêmement petits, des exemples continuels de cette propriété? mais quand d'ailleurs on ne pourroit pas comprendre ce fait, à la vérité très-surprenant, est-il le seul dans ce cas? & seroit-on bien venu à nier la direction de l'aiguille aimantée vers le Nord, parce que jusqu'ici on n'a pas encore pu expliquer d'une manière certaine comment elle s'opéroit? On seroit bien à plaindre dans l'étude de la Physique s'il falloit rejetter tous les faits dont on ne peut pas rendre raison dans le dernier détail. Si présentement on substitue un globe de soufre à celui de verre, il paroîtra encore des feux aux deux bouts du conducteur, mais ils seront placés différemment: au lieu de la petite frange lumineuse qui paroît venir du conducteur au globe lorsqu'on emploie le globe de verre, on aura, en employant celui du soufre, une belle aigrette lumineuse, mais aussi on n'appercevra vers l'autre extrémité de ce conducteur qu'une petite houppe de lumière. C'est

cette petite houppe que les partisans de l'électricité en plus & en moins veulent faire passer pour le signe infaillible de la matière électrique qui se précipite dans le conducteur, pour aller remplir le vuide que le frottement occasionne, selon eux, dans le globe & dans le conducteur.

Mais que deviendra ce raisonnement, si cette houppe lumineuse, ou, comme la nomme le P. Beccaria, cette petite étoile, est une véritable aigrette plus foible à la vérité & plus courte que les autres; mais qui, comme elles, manifeste la direction de son mouvement par le petit vent qu'elle fait sentir à la main qu'on lui oppose, pousse en avant la flamme d'une petite bougie qu'on lui présente & la fumée d'une chandelle nouvellement éteinte, fait onduler la surface d'une liqueur qu'on lui offre, accélère le mouvement des liqueurs qui coulent goutte à goutte, & qui enfin, vue à la loupe, paroît être une aigrette, petite à la vérité, mais bien épanouie ?

Ce sont cependant tous ces caractères que les expériences, faites en présence d'un grand nombre de personnes, & sur-tout des Commissaires nommés

par l'Académie pour les bien examiner, donnent aux houppes ou points lumineux : le Lecteur peut décider s'ils caractérisent un fluide entrant dans le conducteur ou un fluide qui en sort.

Ce n'est pas cependant que M. l'abbé Nollet prétende qu'il n'en entre point par cette même extrémité du conducteur par laquelle s'échappe l'aigrette ; elle n'est jamais dûe, selon lui, qu'à la rencontre & à la collision de deux courans, & il est très-persuadé qu'il s'en établit un qui entre dans le conducteur par la partie la plus éloignée du globe, & qui fournit à la grande aigrette qui va de ce conducteur au globe de soufre.

L'expérience qu'on cite comme la plus forte preuve en faveur des deux électricités, n'est pas, selon M. l'abbé Nollet, beaucoup plus concluante : on électrise le même conducteur en même temps par un bout avec le globe de verre, & par l'autre avec le globe de soufre ; & dès qu'on a rendu les deux électricités égales, le conducteur ne donne plus, dit-on, aucun signe d'électrité ; preuve évidente, ajoute-t-on, que celle du soufre & celle du verre ne peuvent subsister ensemble & se détruisent réciproquement.

M. l'abbé Nollet observe d'abord que cet énoncé n'est pas absolument exact, & qu'il arrive seulement que les signes d'électricité ordinaires, comme l'attraction & la répulsion des corps légers, &c. s'affoiblissent & même disparoissent sur toute la longueur du conducteur; mais que nonobstant cette cessation, on voit toujours à l'extrémité du conducteur, voisine du globe de soufre, une aigrette lumineuse, & à celle qui approche du globe de verre une houppe ou point lumineux. Ce dernier résultat est celui qu'a donné M. Franklin, & qui a été vérifié par M. l'abbé Nollet, & attesté plus d'une fois par les Commissaires de l'Académie qui en ont été les témoins.

Or, selon même les plus zélés partisans des deux électricités, les aigrettes & les points lumineux en sont les caractères les plus distinctifs & ceux qu'on doit préférer à tous les autres: comment donc dire qu'un corps n'est pas électrique, quand il donne les marques les mois équivoques des deux électricités? & comment accorder l'antipathie qu'on leur suppose avec la manière paisible dont elles animent toutes deux à la fois un même individu?

Inutilement diroit-on que la même chose arrive à une pointe de métal qu'on présente à un globe de verre & à un globe de soufre électrisés, qui, dans le premier cas, produit un point lumineux & dans l'autre une aigrette, sans être pour cela électrique; car la disparité est entière, 1°. en ce que ces pointes ne sont pas isolées comme le conducteur, 2°. en ce qu'elles ne donnent pas à la fois les signes des deux électricités prétendues; mais de plus M. l'abbé Nollet soutient que ces pointes, même non isolées, sont véritablement électriques; elles ne sont point dans leur état naturel; elles donnent des signes très-marqués d'électricité, & on ne peut pas plus leur disputer la qualité de corps électrisés qu'à celui qui, sans être isolé, tire l'étincelle dans l'expérience de Leyde, & on peut s'en rapporter à ceux qui l'ont éprouvé, pour savoir si dans ce moment ils se sont crus dans leur état naturel, quoique dans cet état même ils ne pussent opérer ni attractions ni répulsions de corps légers qu'on leur présentoit. Tous les phénomènes d'électricité ne se ressemblent pas.

Quand tous les autres signes d'élec-

tricité cesseroient autour du conducteur électrisé par les deux globes, & qu'ils y cesseroient absolument, on ne pourroit donc pas le regarder comme non électrique ; mais faudroit-il pour cela avoir recours à de nouvelles hypothèses ? non certainement, & l'explication qu'en donne M. l'abbé Nollet, en supposant toujours les affluences & les effluences simultanées, est si naturelle, qu'il semble inutile d'en aller chercher une autre. Essayons d'en présenter une idée.

L'expérience a fait voir depuis longtemps que plus les corps qu'on veut électriser par frottement sont élastiques, plus ils sont susceptibles de cette vertu ; le verre s'électrise mieux que le soufre, le soufre mieux que la cire, &c. à quoi on peut joindre que le degré de chaleur excité par le frottement, & qui n'est certainement pas capable d'altérer l'électricité du verre, doit amollir en quelque sorte le soufre & les résines & diminuer très-sensiblement leur élasticité. Voyons présentement ce qui arrive, ou pour mieux dire, ce qu'on peut conjectuer qui arrive dans la texture de ces corps lorsqu'on les frotte pour les rendre électriques.

Les corps qui, comme le verre, peuvent soutenir le frottement sans s'amollir, entrent dans une espèce de mouvement de vibration; leur pores s'ouvrent & se resserrent alternativement, & par ce moyen ils absorbent & lancent tour à tour la *matière électrique*; mais comme tous les pores ne s'ouvrent ni ne se ferment en même temps, il en résulte nécessairement que les filets de matière en mouvement, qui se trouvent aux environs du corps électrique, peuvent avoir, & ont en effet, des directions opposées, les uns venant se rendre dans les pores ouverts dans le même temps que d'autres sont chassés par le ressort des pores qui se ferment, & la quantité des filets entrans & des filets sortans sera nécessairement déterminée par le degré d'élasticité du corps & par la promptitude avec laquelle ses pores se resserreront. Il n'est donc pas étonnant que le verre, qui est peut-être de toutes les matières qu'on peut électriser par frottement la plus dure & la plus élastique, chasse la matière électrique avec plus de vivacité qu'elle ne la reçoit, & que par conséquent les *effluences* soient plus vives autour des corps qu'il anime que les *affluences*.

Le contraire arrivera néceſſairement au ſoufre & aux autres matières de cette eſpèce, leur élaſticité eſt moindre par elle-même que celle du verre; elle eſt encore diminuée par le degré de chaleur qu'excite le frottement : leurs pores s'ouvriront donc avec plus de facilité & ſe renfermeront avec moins de force & de promptitude, & les filets de matière électrique y entreront avec plus de facilité que dans le verre & en ſeront chaſſés avec bien moins de vîteſſe, & par conſéquent les *affluences* y ſeront bien plus vives & plus marquées que les *effluences*. Appliquons maintenant cette théorie à l'expérience en queſtion.

Le conducteur étant placé entre deux globes, l'un de ſoufre & l'autre de verre actuellement frottés, il doit arriver néceſſairement que l'émiſſion de la matière électrique étant très-forte dans le verre & l'abſorption de la même matière très-forte dans le ſoufre, il s'établira dans le conducteur un courant très-vif, qui débouchera vers le globe de ſoufre par une aigrette brillante; & qu'au contraire le globe de ſoufre chaſſant la matière bien plus mollement, & celui de verre la recevant de ſon côté avec moins de facilité, le courant qui s'établira dans

le conducteur du globe de soufre au globe de verre, sera plus foible, & débouchera du côté de ce dernier sous la forme d'une petite aigrette ou d'un point lumineux.

Par la même raison, si on présente au corps électrisé par le verre la main ou quelque corps pointu non isolé, la matière électrique en sortira en petite quantité & avec une vîtesse médiocre pour se rendre au verre, & elle ne formera au bout du doigt ou de la pointe qu'une aigrette courte ou un point lumineux, tandis que les mêmes corps produiroient de belles aigrettes si on les présentoit à des corps animés de l'électricité du soufre, qui tire & absorbe cette matière avec bien plus de facilité qu'il ne la pousse.

On expliquera de la même manière comment le coussin isolé, qui frotte un globe de verre, ne donne que des points lumineux, parce que l'endroit du verre par lequel il le touche ayant ses pores continuellement gênés par le frottement, il ne peut rendre au coussin la matière électrique avec autant de vivacité qu'il l'en reçoit; & cette explication est d'autant plus naturelle, que, de l'aveu de tous les Physiciens électrisans, la partie

du globe qui donne des marques de la plus vive électricité, est celle qui se trouve quelques pouces au-dessus de l'endroit qui reçoit le frottement.

Ces phénomènes de l'aigrette & du point lumineux, que les partisans des deux électricités regardent comme en étant les marques les plus distinctives, ne sont donc, suivant cette explication de M. l'abbé Nollet, que des marques d'une électricité plus forte ou moins forte, ou, pour parler plus juste, elles ne prouvent rien autre chose, sinon que le corps qui produit les aigrettes a son courant de matière affluente plus vif que celui de la matière effluente ; & qu'au contraire celui qui ne donne que des points lumineux, a le courant de matière affluente, ou qui y entre, plus vif que celui de la matière effluente, ou qui en sort.

Mais que sera-ce si ces caractères si distinctifs des deux électricités se trouvent successivement à la même partie d'un corps toujours animé de l'électricité de la même espèce ? c'est cependant ce qui arrive presque toujours dans l'expérience de Leyde, si la bouteille est garnie en dehors de quelque feuille de métal, & que cette garniture ait quelque

partie détachée & saillante. Dès que l'on commence à l'électriser, il sort de ces parties saillantes des aigrettes lumineuses ; & si dans cet état on leur présente une pointe de métal, il ne paroîtra au bout de cette pointe qu'un point lumineux ; mais si on continue d'électriser, alors il part du crochet de la bouteille une belle aigrette, & de ce moment les parties saillantes de la garniture ne donnent plus que des points lumineux, tandis que les pointes qu'on leur présente donnent de belles aigrettes. Comment concevoir que dans cette expérience le même corps, toujours électrisé de la même manière, reçoive successivement deux électricités différentes ? n'est-il pas bien plus simple de dire que d'abord la matière venue du globe par le conducteur se répand dans la bouteille & se tamise dans son épaisseur pour produire des aigrettes, tandis que les affluences, qui ont peine d'abord à se frayer une route dans les pores de la bouteille, qui ne sont point mis en vibration par le frottement, sont encore foibles ? mais à la fin les affluences se fortifient & les effluences du globe diminuent ; alors ces dernières cessent de donner aux parties saillantes de la bouteille des

aigrettes lumineuſes, & les pointes qu'on y préſente trouvant la route plus facile, y verſent la leur avec plus d'abondance & font paroître à leur tour des aigrettes : & cette explication eſt d'autant plus naturelle, que cet effet n'arrive jamais plus ſûrement que lorſque la bouteille eſt ſoutenue par la main d'un homme ou ſur quelque ſupport capable de lui fournir de la matière électrique.

Il n'eſt donc pas prudent de ſe preſſer de conclure des aigrettes & des points lumineux, quelle eſt la nature de l'électricité qui anime le corps qu'on examine, puiſque la même électricité peut faire paroître les uns & les autres. Ces phénomènes dépendent, ſelon M. l'abbé Nollet, de la proportion qui ſe trouve entre les affluences & les effluences, & cette proportion peut varier par le chaud, par le froid, par le ſec, par l'humide, &c. en un mot par tout ce qui peut intéreſſer l'état actuel du reſſort des pores du corps frotté : M. l'abbé Nollet s'en eſt aſſuré, en rendant le frottement égal, autant qu'il pouvoit l'être, au moyen d'un couſſin formé d'un même nombre de rondelles de papier doré, ſoutenues par un levier qui étoit excité à preſſer contre le globe

par l'action d'un poids attaché à son autre extrémité. Cette pression, qu'on pouvoit, au moyen de cet appareil, rendre uniforme & égale, ou en telle proportion qu'on vouloit, sur différens globes, n'a jamais produit des effets constans, & M. l'abbé Nollet y a observé tant de variations accidentelles, que c'est presque sûrement perdre son temps que de tenter d'arriver à une précision scrupuleuse dans ces sortes d'effets.

M. l'abbé Nollet avoit souvent remarqué que les globes de soufre étoient très-sujets à éclater quand on les électrisoit : pour se mettre à couvert de cet inconvénient, il a fait réflexion que dans un globe qu'on électrisoit il n'y avoit guère qu'une zone d'environ quatre doigts qu'on frottât, & que le reste ne servoit que de support à cette zone, il a donc supprimé tout ce reste & formé une espèce de large bobine ou d'épaisse poulie, qui a autant de diamètre que le globe, & dont il remplit la gorge, qui doit avoir au moins quatre pouces de large, avec du soufre fondu, qu'il unit ensuite, d'abord avec un fer chaud, puis sur le tour; par ce moyen il s'est procuré des instrumens bien ronds, bien centrés,

légers & qui ne ſont pas ſujets à éclater comme les globes.

Il ajoute à cette méthode la deſcription d'un ſupport propre à placer commodément une loupe pour examiner la direction des rayons de ces petites aigrettes, qu'on appelle *points lumineux*. Quoique ces inſtrumens ne ſoient pas des preuves en faveur de l'opinion de M. l'abbé Nollet, ils ſervent à mieux faire les expériences qui les fourniſſent : c'eſt peut-être une des manières les plus utiles de ſervir la Phyſique que de lui donner les moyens de mieux voir & de mieux opérer.

SUR DES OS ET DES DENTS

D'une grandeur extraordinaire.

L'ACADÉMIE a rendu compte au Public en 1727 (1) de très-gros oſſemens foſſiles trouvés en Sibérie, & que la comparaiſon qui en fut faite avec des pièces ſemblables du cabinet de feu M. Sloane, firent reconnoître pour de véritables os d'éléphant. Voici encore un travail de la même eſpèce.

(1) *Voyez Hiſtoire* 1727.

M. de l'Isle, de cette Académie, avoit rapporté de Sibérie plusieurs os qui y avoient été tirés de terre, entr'autres un très-grand fémur qui étoit dans un Monastère de la ville de Casan, où on le regardoit comme l'os d'un Saint; car les Sibériens, qui n'ont jamais vu d'éléphans chez eux, n'avoient garde de soupçonner que cet os eût pu appartenir à un de ces animaux, & avoient mieux aimé supposer que ç'avoit été celui d'un géant humain, auquel ils avoient attribué une sainteté peu ordinaire à ceux que les Poëtes & les faiseurs de Romans ont supposé être de cette espèce.

Ce fémur ayant été apporté au Cabinet du Roi, M. Daubenton l'a comparé à un os semblable trouvé en Canada; & quoiqu'il manquât au fémur de Sibérie, toute une épiphyse, en comparant cet os avec d'autres de même espèce & bien entiers, M. Daubenton a pu évaluer, relativement à ce qui restoit de l'os, la grandeur de l'épiphyse emportée, & par conséquent celle que l'os entier avoit dû avoir, qu'il a trouvée de trois pieds cinq pouces.

Le fémur de Sibérie & celui de Canada ayant été comparés par M. Daubenton, au fémur de l'éléphant mort

à la Ménagerie du Roi, dont le ſquelette entier eſt au Cabinet, il ne s'y trouva aucune différence de figure, mais il y en avoit une conſidérable pour la groſſeur. Si on fait attention cependant à la différence que l'âge & le ſexe doivent mettre dans la longueur & la groſſeur des os des animaux de même eſpèce, on ne ſera plus étonné de celle qui ſe trouve entre les os foſſiles & ceux du ſquelette de l'éléphant de la Ménagerie : ce dernier étoit encore au-deſſous de ſa jeuneſſe quand il eſt mort ; d'ailleurs ſi on juge de la grandeur des éléphans auxquels avoient appartenu les os foſſiles de Sibérie & de Canada, par la proportion de la grandeur de l'humérus de l'éléphant de la Ménagerie avec la grandeur qu'il avoit de ſon vivant, on en conclura que ces animaux n'auroient pas eu tout-à-fait neuf pieds de haut ; ce qui eſt bien au-deſſous de la grande taille de ces animaux, parmi leſquels il s'en trouve de quatorze ou quinze pieds de hauteur.

Il n'eſt pas rare de trouver en Sibérie de ces gros os foſſiles d'éléphant ; M. de l'Iſle avoit rapporté, outre le fémur dont nous venons de parler, pluſieurs grands fragmens d'un autre fémur, une partie

des

des os d'une tête, quatre dents molaires, cinq défenses & un humérus, qui tous ont été reconnus pour avoir appartenu à des éléphans; & à en juger par la grandeur des os de la tête, l'éléphant duquel elle a fait partie, devoit avoir environ dix pieds de haut. La plus grande des défenses que M. de l'Isle a apportées, seroit peut-être assez grande pour douter qu'elle eût été celle d'un éléphant; mais M. Daubenton s'est assuré, par la comparaison qu'il en a faite avec d'autres défenses d'éléphant, bien connues pour telles, qu'elle en étoit une; &, ce qui est assez singulier, c'est que cet ivoire, quoique fossile & peut-être enterré depuis un très-grand nombre de siècles, est d'assez bonne qualité pour être employé aux mêmes ouvrages auxquels on emploie le morfile ou ivoire ordinaire.

Les pays septentrionaux ne sont pas les seuls où l'on trouve des os fossiles d'éléphant, il s'en rencontre en bien d'autres contrées qui n'ont pas plus d'éléphans, & même en France; on trouva en 1743, une omoplate d'éléphant enfouie dans une forêt entre Challon & Tournus: on a trouvé en Brie, au village de Gierard près de

Crécy, des dents d'éléphans enfouies dans le sable à plus de dix pieds de profondeur. M. de Puymorin a envoyé de Toulouse des morceaux considérables de défenses d'éléphant, trouvées sous terre à deux pieds de profondeur, mais celles-ci étoient absolument décomposées & converties en une substance bolaire, qui ne conservoit plus que la figure extérieure des défenses & le grain de l'ivoire.

Le fémur dont nous avons parlé, qui a été apporté de Canada, prouve bien qu'il se trouve des éléphans dans le nord de l'Amérique, mais la circonstance de la découverte de cet os le prouve encore davantage. M. le baron de Longueuil étant campé, en 1739, à l'embouchure de l'Oyo dans le Mississipi, on lui apporta quelques os de très-gros animaux, trouvés sur le bord d'un marais, parmi lesquels il y avoit plusieurs défenses d'éléphant, dont une, qui fut apportée à Paris, étoit extrêmement altérée; il s'y trouvoit encore plusieurs dents molaires, qui furent remises au Cabinet du Roi: la plus grosse a quatre pouces cinq lignes de longueur sur trois pouces cinq lignes de largeur & trois pouces trois lignes de hauteur; mais quoique cette dent ait dû

appartenir à un très-gros animal, cet animal n'eſt ſûrement pas un éléphant; elle n'eſt point compoſée de couches ſucceſſives d'os & d'émail comme le ſont les dents de cet animal : tout ſon émail eſt à l'extérieur & renferme une matière oſſeuſe, comme lès dents des autres animaux. Auquel donc des grands animaux connus attribuer la dent en queſtion ? M. Daubenton s'eſt aſſuré, par l'exacte comparaiſon qu'il en a faite, que cette dent avoit appartenu à un hippopotame : il n'eſt pas plus étonnant qu'un ſquelette d'hippopotame ſe ſoit trouvé en Canada proche d'un ſquelette d'éléphant, que d'y avoir trouvé ce dernier ; & l'extrême groſſeur de cette dent, qui excède de beaucoup celle des têtes de cet animal conſervées au Jardin du Roi, ne doit en aucune manière empêcher de les lui attribuer ; celles-ci ne ſont pas, à beaucoup près, des plus groſſes. Zerenghi, cité par M. Daubenton, a vu en Égypte un hippopotame, dont la grandeur égaloit, ou même excédoit un peu celle de l'animal de cette eſpèce auquel ont appartenu les dents trouvées en Canada.

Aux recherches que M. Daubenton a faites à l'occaſion des os dont nous

venons de parler, il a joint celles qui ont eu pour objet un très-grand os trouvé au Garde-meuble de la Couronne, & qui avoit fait partie d'un Cabinet que Gaſton de France, frère de Louis XIII, avoit formé à Blois il y a environ un ſiècle : on le regardoit comme l'os d'un géant, & effectivement il avoit, au premier coup-d'œil, toute l'apparence de l'os de la jambe d'un homme de taille giganteſque ; mais l'examen qu'en fit M. Daubenton, lui eut bien-tôt fait connoître que cet os n'étoit point celui d'un cadavre humain, & il ne fut plus queſtion que de ſavoir auquel des grands animaux connus il pourroit avoir appartenu.

L'examen exact fit d'abord reconnoître cet os pour avoir été le rayon de l'avant-bras d'un très-grand animal, & la comparaiſon qui en fut faite avec les avant-bras des animaux ſolipèdes & à pieds fourchus, fit voir qu'il avoit les caractères qui pouvoient appartenir à l'os d'un animal de cette dernière eſpèce ou à pied fourchu, & cependant auſſi quelque rapport avec les ſolipèdes ; mais ſon extrême grandeur éloigne toute probabilité qu'il ait pu appartenir à aucun de ceux de cette dernière claſſe

qu'on connoît. Reste donc à chercher l'animal en question parmi ceux qui ont le pied fourchu; la grandeur & la conformation de cet os ne permettent pas de l'attribuer au cochon, au buffle, au bœuf, au bélier, au bouc, aux gazelles, au daim, ni au chevreuil, & il porte une marque distinctive qu'il n'appartient ni au chameau, ni au dromadaire : on ne voit point qu'il ait été adhérent à l'os du coude, comme le rayon l'est dans ces animaux. Il ne reste donc plus parmi les animaux connus que la giraffe ou *camelopardalis* auquel on le puisse attribuer.

Cet animal vit en Afrique, & particulièrement en Éthiopie; il a le pied fourchu, il a des cornes, huit dents incisives dans la mâchoire inférieure, sans qu'il s'en trouve aucune dans la supérieure; il peut porter sa tête jusqu'à la hauteur de seize pieds, & son cou en a sept de longueur; ainsi sa hauteur n'est pas fort différente de celle de dix pieds, que M. Daubenton trouve qu'auroit dû avoir un chameau, pour que l'os en question lui eût appartenu; & ce qui rend encore plus probable que cet os ait été le rayon d'une giraffe, c'est que cet animal a les jambes de devant beau-

coup plus longues que celles de derrière; que, selon Ludolf, un homme de stature ordinaire ne lui va qu'au genou, & qu'un cavalier peut passer tout à cheval sous son ventre sans y toucher de la tête. En effet, si on prend les dimensions de la giraffe d'après le rayon qui est au Jardin du Roi, il se trouve qu'en donnant deux pieds & demi d'épaisseur au corps de cet animal, qu'on sait être assez mince à proportion de sa taille, tout ce qu'en a dit Ludolf se trouve exactement conforme à la vérité. Il seroit certainement encore plus sûr de comparer cet os au squelette même d'une giraffe, si on en avoit un; mais cette ressource manquant, il est certain que les preuves de M. Daubenton ne pouvoient être plus complètes, & qu'il est bien plus naturel d'attribuer l'os en question à la giraffe qu'à des géans ou à des animaux inconnus, dont l'existence n'est fondée sur aucune preuve. La Physique & l'Histoire Naturelle offrent assez de merveilles réelles pour pouvoir se passer de celles qui ne sont qu'imaginaires.



SUR L'OCRE.

VOICI encore une de ces matières, sur la nature desquelles on dispute encore, malgré l'usage journalier qu'on en fait. L'ocre se tire dans plusieurs endroits du Royaume; elle est entre les mains de tout le monde, & cependant on ignore encore à quelle espèce de terre ou de substance on la doit rapporter: M. Guettard a entrepris de lever cette incertitude; & pour le faire avec succès, non-seulement il s'est procuré des descriptions de plusieurs ocrières, mais encore il a voulu examiner par lui-même celle qui se trouve près de Donzy en Nivernois, pour y voir l'ocre dans sa mine même, & être plus en état de décider à quel genre de substance elle appartenoit, & il a eu le plaisir de voir que dans toutes les ocrières dont on lui a envoyé les descriptions, l'arrangement des substances qui précèdent ou suivent l'ocre, étoit, à très-peu de chose près, semblable, & que par conséquent l'opération de la Nature dans la production de l'ocre étoit assez constamment la même: Nous allons suivre celle qu'il a examinée lui-même.

Les puits qu'on fait à l'ocrière de Bitry proche Donzy en Nivernois, sont carrés, ou au moins rectangulaires, & leur profondeur varie suivant le lieu où se trouve cette ouverture, si c'est sur une petite montagne, ils sont plus creux; si c'est au fond d'une vallée, ils le sont moins; ceux de Bitry n'ont guère que vingt-huit ou trente pieds de profondeur. L'ocre est communément précédée de trois lits ou bancs de terre, qu'il faut percer pour arriver jusqu'à elle; le premier est celui qui fait le fond du terrain, dont l'épaisseur est plus ou moins grande, selon l'endroit où il est situé: à Bitry il n'a guère plus d'un pied ou deux d'épaisseur: au-dessous se trouve une glaise blanche, ou plutôt d'un gris-cendré, ou quelquefois d'un bleuâtre tirant sur le noir. Cette glaise peut être employée à la poterie; ce banc de glaise peut avoir huit ou dix pieds d'épaisseur: au-dessous est une autre espèce de glaise ou terre rouge, dont l'épaisseur est un peu moindre que celle du banc précédent; celle-ci est suivie d'un lit d'une espèce de grais jaunâtre, composé de deux ou trois couches d'environ chacune un pouce d'épaisseur: c'est immédiatement sous ce lit que se rencontre l'ocre; le banc en est

le plus épais de tous, puisqu'il tient à lui seul plus du tiers des trente pieds de profondeur qu'ont les puits de Bitry ; il est posé sur un banc de sable dont on ignore l'épaisseur, les ouvriers ne le creusant ordinairement que de la hauteur d'un homme, pour y creuser à droite & à gauche des chambres, dont le banc d'ocre forme le plafond, & la faire tomber dans ces chambres au moyen de coins de bois de plus d'un pied de long, qu'ils y enfoncent pour en détacher des quartiers considérables : ces gros morceaux se nomment l'*ocre en quartiers*, & les moindres morceaux s'appellent *le menu*. On enlève les uns & les autres sur le sol où est percé le trou, & là on les dépouille soigneusement des glaises qui y peuvent être restées adhérentes, & ensuite on les met en tas ou meules à peu près coniques ; on porte ensuite l'ocre, pour la dessécher, sous des halles, qui en la mettant à couvert de la pluie, la laissent exposée à toute l'action de l'air ; & lorsqu'elle a subi cette préparation, on la met dans de vieux tonneaux à vin, & elle est en état d'être vendue.

Nous avons dit qu'on ignoroit l'épaisseur du banc de sable qui se trouve au-

dessous de l'ocre, & cela est effectivement vrai à Bitry : l'ocrière y est placée dans le fond d'un vallon, & les eaux qui y séjournent ôtent assez la fermeté au terrain pour que les ouvriers ne puissent fouiller ni fort avant ni fort profondément, sans s'exposer à être ensévelis sous les éboulemens qui s'y feroient infailliblement : mais dans une ocrière différemment placée, que M. le Monnier le Médecin a vue (1), les ouvriers l'ont assuré qu'on trouvoit les bancs d'ocre & de sable placés alternativement les uns sur les autres.

On ne trouve dans aucune des ocrières, dont parle M. Guettard, que de l'ocre jaune, la rouge est l'ouvrage de l'art ; & c'est en calcinant fortement l'ocre jaune qu'on lui donne cette couleur. On la place pour cet effet, dans un fourneau semblable à celui des Tuiliers, observant d'y arranger les quartiers d'ocre de manière qu'ils laissent entr'eux un libre passage à la flamme du bois qu'on allume dessous dans le foyer du fourneau : le feu doit durer trois jours, modéré dans les deux premiers, mais assez

---

(1) *Voy. Mérid. de France par M. Cassini de Thury, page 118.*

vif le troisième. Si on tiroit l'ocre plus tôt, elle ne seroit pas rouge, mais d'un brun roussâtre & beaucoup plus dure qu'elle ne doit l'être naturellement. Telles sont à peu près les observations sur l'ocre que M. Guettard rapporte dans son Mémoire : essayons présentement de reconnoître quelle peut être la nature de ce fossile.

Le sentiment de Théophraste, qui est peut-être de tous les Anciens celui qui a le mieux écrit sur cette matière, est que l'ocre est une terre argilleuse ; il en reconnoît de deux sortes, l'une jaune & l'autre rouge, & celle-ci, selon lui, est naturelle ou factice, & cette dernière ne doit sa couleur qu'à la calcination artificielle, au lieu que la naturelle la reçoit de l'action des feux souterrains, à laquelle Théophraste dit que l'ocre jaune, comme la rouge, ont été soumises ; mais ce dernier article ne peut être admis ; la position de l'ocre & des différentes matières qui l'accompagnent dans les ocrières, est trop régulière pour pouvoir être l'ouvrage d'un volcan : elle annonceroit plutôt un dépôt formé par alluvion, & de plus le gravier qui se trouve au-dessous de l'ocre ressemble beaucoup plus au gravier

de la mer ou des rivières qu'à des débris de matières brûlées, dont le caractère est toujours aisé à reconnoître.

Dioscoride, Gallien, Vitruve, Pline même, n'ont parlé de l'ocre que comme d'une matière propre à la Médecine ou à la Peinture, & n'ont rien dit sur sa nature, non plus que leurs Commentateurs : ce n'est guère que depuis qu'on a commencé à vouloir classer & arranger systématiquement les différentes substances qu'offre l'étude de l'Histoire naturelle, qu'on a fait quelques recherches sur la nature de l'ocre & qu'on l'a soumise à l'examen chimique. Il nous a appris que l'ocre contenoit une très-grande quantité de fer ; & que lorsqu'on y joignoit des matières capables de fournir du phlogistique, elle se convertissoit presque entièrement en ce métal. D'après cette observation, quelques-uns l'ont rangée avec les mines de fer ; d'autres la regardent comme une glaise ferrugineuse ; d'autres la placent au rang des argiles & accordent le nom d'ocre à toutes les terres friables, douces au toucher & qui se dissolvent facilement dans l'eau ; ils les partagent en ocres vitrifiables & ocres calcaires.

Quoique ces derniers multiplient infi-

niment les ocres, ce ne feroit cependant pas un grand inconvénient sans la confusion & l'incertitude qu'ils laissent sur le caractère distinctif de l'ocre. M. Guettard pense que la comparaison avec l'ocre proprement dite, doit être la véritable pierre de touche qui fasse reconnoître les substances qui doivent être rangées dans la même classe. Or, les qualités de l'ocre sont d'être douces au toucher, de s'attacher à la langue, de se durcir au feu, d'y devenir un mauvais verre si on la pousse jusqu'à un certain point, de contenir des parties ferrugineuses & de se convertir en fer si on la joint à du phlogistique, enfin de n'être point dissoluble dans les acides & de l'être dans l'eau commune.

C'est à ces caractères qu'on doit reconnoître les terres qui sont véritablement des ocres ou celles qui approchent de la nature de ce fossile, & c'est en vertu de cet examen que M. Guettard rejette de cette classe des substances, qu'on y avoit mises, selon lui, assez mal à propos, comme le giallolino de Naples, qui n'a rien de commun avec l'ocre que la couleur, le sel de Syrie, l'almagra des Modernes, le bol de Venise, la terre de Sinope, la terre d'Ombre, celle de

Cologne, la pierre d'Arménie, l'*ampelite* ou pierre noire, l'ocre de rue & plusieurs autres substances de cette espèce; en un mot il ne met au nombre des ocres que les glaises qui ont les caractères que nous avons rapportés.

Celle de toutes les substances rangées parmi les ocres, qui paroît à M. Guettard en être la plus éloignée, est l'*ampelite* ou pierre noire; rien n'y ressemble moins, & M. Guettard pense, avec Mrs Wallérius & Linnæus, devoir la mettre au rang des schites ou fausses ardoises. Les bancs de cette pierre sont en effet inclinés comme les schites; comme eux elle se lève par feuillets: enfin elle paroît être une ardoise, ou imparfaite ou décomposée. Ce que les carrières de cette pierre offrent de plus singulier, c'est une poussière sulfureuse, d'abord noire, ensuite jaunâtre & enfin très-blanche, qui s'amasse sur la surface des lits de cette pierre, lorsqu'ils ont été quelque temps exposés à l'air, & que plusieurs, probablement à cause de sa blancheur, ont pris pour du nitre. Quoique M. Guettard se soit bien assuré que cette poussière n'est que du soufre, l'*ampelite* cependant pourroit contenir du nitre; M. Guettard en ayant pulvérisé,

quelques morceaux, les a mis sur le feu dans une cuiller de fer, mêlés avec de la poudre de charbon, & ils ont détonné au bout de quelques minutes : cette détonation cependant seroit peut-être moins dûe à du nitre préexistant dans la pierre noire, qu'à quelque nouvelle combinaison qui se seroit faite au moyen du feu, & cela d'autant plus que l'*ampelite*, selon M. Wallérius, contient beaucoup d'alun.

Puisque l'ocre est une véritable glaise colorée, qui peut être, & qui est réellement employée avec succès dans la Peinture, pourquoi ne rechercheroit-on pas avec attention celles qui seroient dans le même cas & qui peut-être recevroient de l'action du feu des couleurs solides & agréables ? on en a déjà trouvé qui donnoient une assez belle couleur de gris-de-lin : nous en tirons plusieurs de l'Étranger, & des recherches mieux suivies nous en pourroient faire découvrir en France qui les égaleroient ou en tiendroient-lieu ; ce seroit alors un fruit du travail de M. Guettard sur cette matière. Les recherches Physiques bien entendues mènent presque toujours à quelque objet d'une utilité réelle.

OBSERVATIONS
DE PHISIQUE GÉNÉRALE.

I.

En ouvrant une ſablière pour les chemins, à près d'une lieue au-delà de Compiegne, à gauche de la grande route & ſur un terrain élevé de près de quatre-vingts pieds au-deſſus du niveau de la rivière d'Oiſe, qui paſſe à environ cent cinquante toiſes à droite de la même route, on trouva un banc d'huîtres foſſiles de deux pieds au plus d'épaiſſeur, aſſis ſur un ſable très-fin & pareil à celui dont ces huîtres ſont remplies, & recouvert d'environ un pied de terre labourable : ces huîtres ſont aſſez entières ; elles ſont toutes placées parallèlement à la ſurface du terrain, qui eſt un peu incliné. On trouve au même endroit quelques autres coquillages, mais en petite quantité. La ſablière n'a été ouverte que ſur à peu-près dix toiſes de longueur, mais il y a tout lieu de préſumer que le banc d'huîtres, dont on ne voit point la fin, règne dans une grande étendue de terrain. Ces huîtres, dont

plusieurs ont été envoyées à l'Académie par M. Peronnet, premier Ingénieur des ponts & chaussées du Royaume, auquel elle doit cette observation, ne paroissent point avoir été ouvertes, & par conséquent on ne peut attribuer cet amas aux coquilles d'huîtres provenant de celles qu'on auroit pu manger dans quelque grande ville, qu'on pourroit supposer avoir été près de cet endroit : elles sont rangées trop régulièrement pour ne pas avoir été placées tranquillement dans cet ordre. Tous ces caractères concourent à prouver que la mer a autrefois couvert ce terrain & les y a déposées. On ne peut assigner l'époque de cet évènement, mais au moins est-il sûr que la mer est venue jusques-là : ce monument n'est pas le seul qui prouve qu'elle a couvert la plus grande partie de notre globe.

II.

Le lundi 11 Janvier 1762, au château de la Mormaire, situé à une demi-lieue à l'ouest de Montfort-l'Amaury & appartenant à l'Historien de l'Académie, on ressentit un vent très-violent, qui augmenta beaucoup vers le soir : sur les onze heures il devint si terrible qu'il

enleva une partie des tuiles & des ardoises de la couverture, & qu'il étoit impossible à ceux qui s'y trouvoient alors, dans un salon très-bien fermé, de s'entendre parler; on n'entendoit pas même le bruit du tonnerre, qu'on jugea devoir être assez fort, puisque les éclairs se faisoient appercevoir, malgré les volets; cette tempête dura dans la même force jusqu'à une heure & demie: alors la dame du lieu, à qui l'Académie doit cette relation & qui n'avoit pu s'endormir, entendit trois coups sourds, quoique très-forts, qu'elle compare à trois coups de bélier qu'on auroit donnés pour abattre le château dans une de ses faces tournées au sud-est. Immédiatement après elle entendit un très-grand bruit étranger au vent, qui fut suivi d'un calme d'environ un quart d'heure, pendant lequel le ciel étoit sans aucun nuage depuis l'ouest jusqu'au nord; mais au moment que ce calme commença, elle sentit son lit comme s'avancer dans la chambre, c'est-à-dire dans la direction de l'est-sud-est à l'ouest-nord-ouest: une seconde après elle sentit le même mouvement, & immédiatement après un troisième, mais bien plus fort que les précédens, toute la charpente du château

craqua & il se fit dans une chambre voisine trois lézardes au plafond; une personne couchée dans une autre pièce, mais dont le lit étoit placé dans une direction perpendiculaire à celle du mouvement, crut être renversée de son lit. Après ces secousses, la tempête reprit avec la même violence & dura jusqu'au matin. Plusieurs habitans, dont les maisons étoient environ à un quart de lieue, dans la direction des secousses, les ressentirent, & deux enfans, l'un de onze ans & l'autre de neuf, crurent être jettés dans la cour, ce qui est précisément la même direction qui avoit été observée au château. Il paroît que ce tremblement ne s'est pas fait sentir dans une grande étendue, mais il a été très-sensible dans tout ce canton, & les secousses bien marquées par toutes les circonstances dans le sens de l'est-sud-est à l'ouest-nord-ouest.

III.

Le 6 Août 1762, le sieur Haller, Coutelier à Strasbourg, étant occupé depuis un quart d'heure à repasser sur la meule de grès des forces d'environ un pied de long, & couché sur le ventre, comme le font ordinairement les

Couteliers pour cette opération, sur une planche inclinée, distante de la meule d'environ quinze pouces, cette meule, à peu-près du poids de quarante-cinq livres, éclata avec un bruit terrible, qui effraya tous ceux qui étoient dans sa boutique & même dans le voisinage.

Le sieur Haller fut enlevé avec la planche sur laquelle il étoit couché, & porté à cinq pieds de distance de la machine; le coup l'étourdit au point de lui faire perdre connoissance & le blessa aux lèvres & au menton; il fut porté dans son lit sans l'avoir reprise, & les Chirurgiens qui furent appellés le secoururent par des saignées du bras & du pied, & par des eaux spiritueuses; il revint à lui & saigna copieusement du nez, par une suite de la violente commotion qu'il avoit éprouvée; elle avoit étoit si forte qu'il ne se souvenoit d'aucune autre circonstance de son accident que d'un très-grand bruit qu'il avoit entendu; il n'avoit, lorsqu'il reprit ses sens, aucun bruissement dans les oreilles.

Au quatrième jour de son accident, M. Morand le père, qui se trouva pour lors à Strasbourg, en ayant entendu parler, se transporta chez lui, il le

trouva dans une eſpèce d'étonnement de toute la machine, ayant une petite plaie tranſverſale au menton & deux autres au dedans de la lèvre inférieure, faites ſans doute par quelqu'un des éclats de la meule, la contuſion avoit occaſionné à l'une de ces plaies un peu de pourriture.

M. Morand queſtionna beaucoup la malade & les aſſiſtans ſur les circonſtances du fait, & voici ce qu'il en apprit : l'exploſion avoit été ſi violente qu'une des voiſines étoit accourue à la boutique, croyant que la maiſon étoit tombée ; la meule s'étoit partagée en pluſieurs morceaux, dont les deux plus gros, qui furent préſentés à M. Morand, peſoient enſemble environ quinze livres, & ne faiſoient guère que le tiers de la meule, le reſte des fragmens gros & menus étoit raſſemblé en un tas dans la rue.

Quelques-uns de ces fragmens qui avoient été lancés du côté de la fenêtre avoient briſé un panneau de douze carreaux de verre, qui venoit d'être raccommodé ; d'autres fragmens avoient été portés dans la rue à plus de ſix pieds de diſtance ; d'autres enfin, avoient été arrêtés dans des mottes de beurre, expoſées en vente ſur une planche attachée à l'appui de la fenêtre.

L'examen que fit M. Morand des gros morceaux de la meule, ne lui offrit qu'un grès ordinaire; elle avoit vingt-deux pouces de diamètre, elle étoit neuve, le sieur Haller s'en étoit servi pour la première fois la veille, pour en unir la circonférence, & l'avoit laissée toute montée près de la moitié trempant dans l'eau; elle avoit jetté quelques étincelles pendant le quart d'heure qui précéda l'explosion; mais dans le moment même elle n'en jetta aucune, & les Couteliers assurent que ces meules ne s'échauffent jamais.

L'accident arrivé au sieur Haller n'est pas aussi rare qu'il seroit à souhaiter qu'il le fût, c'étoit la cinquième fois qu'il l'éprouvoit; mais celle-ci avoit été la plus forte. Les Couteliers de Paris, auxquels M. Morand en parla à son retour, n'en furent nullement surpris: un d'eux lui raconta qu'en 1733 sa meule se brisa & renversa par terre l'ouvrier qui étoit sur la planche, & qu'un des fragmens fut lancé avec tant de violence, qu'il alla détacher un platras du mur de la maison qui étoit vis-à-vis, quoique la rue soit assez large pour que deux voitures y puissent passer facilement; il ajouta qu'un de ses confrères avoit eu

le nez emporté par une pareille aventure, & qu'enfin le fils d'un fameux Coutelier de Paris avoit été tué par une semblable explosion.

Un accident peu rare & si dangereux mérite bien qu'on cherche à en découvrir les causes & à y remédier, s'il est possible; c'est aussi ce qu'a fait M. Morand, & voici le précis de ses observa-& de ses réflexions.

L'ouverture des meules, qu'on nomme l'*œil*, & par laquelle passe l'axe de fer qui les soutient, est ronde, & l'axe est carré; on l'assujettit dans cette ouverture par des coins de bois qu'on y chasse pour le maintenir & le placer précisément au milieu: on monte ensuite la meule sur son support, & on ajoute à l'axe une poulie de bois, dont la gorge peut avoir cinq à six pouces de diamètre; c'est sur cette poulie que passe une corde sans fin qui se rend sur la circonférence d'une roue de deux pieds & demi ou trois pieds de rayon, par le moyen de laquelle & de la manivelle qui y est attachée, on donne à la meule un mouvement d'autant plus rapide que la roue est plus grande que la poulie.

Il n'est pas difficile de voir, d'après cet exposé, que plusieurs causes peuvent

concourir à l'accident dont nous venons de parler.

Il ſe peut faire que la pièce de grès dont on a fait la meule, ſoit trop tendre, qu'elle ait même intérieurement quelques fils dont on ne ſe ſoit pas apperçu, elle peut n'être pas parfaitement arrondie, ſoit par la négligence de l'ouvrier, ſoit parce qu'il ſe ſera trouvé à ſa circonférence quelque partie plus dure que le reſte, qui aura réſiſté à l'outil avec lequel on l'arrondiſſoit; dans tous ces cas, il arrivera infailliblement que la meule éclatera en tournant; & pour s'en convaincre, il ne faut que conſidérer l'extrême vîteſſe, & par conſéquent l'énorme force centrifuge qu'elle reçoit de la roue.

Dans la ſuppoſition d'une roue de cinq pieds, qui eſt le cas ordinaire, & d'une poulie de ſix pouces fixée à l'arbre de la meule, celle-ci fait dix tours pendant l'eſpace de deux ſecondes, que la roue emploie communément à faire un tour, lorſque le tourneur la mène raiſonnablement & ſans ſe preſſer; or, comme une meule a communément vingt-deux pouces de diamètre, un point de ſa circonférence décrit à chaque tour un cercle d'environ ſoixante-huit pouces,

pouces, c'eſt-à-dire, qu'en une ſeconde il parcourt trois cents quarante pouces ou vingt-huit pieds quatre pouces, vîteſſe au moins égale à celle d'une pierre lancée par une fronde; il n'eſt donc pas étonnant que, pour peu que la meule ſoit trop tendre, qu'elle ait quelque félure ou quelque défaut de rondeur qui puiſſe occaſionner un choc, elle ſe fende & parte en éclats.

Non-ſeulement une meule imparfaite peut être expoſée à cet accident, mais celles même qui ſeroient le mieux choiſies peuvent y devenir ſujettes; nous avons dit que pour aſſujettir l'arbre carré de la meule dans le trou rond qui eſt à ſon centre, on ſe ſervoit de coins de bois, qu'on y faiſoit entrer à force & à coups de marteau: or, ſi dans cette opération, on force un peu trop un des coins, ou ſi on a négligé d'abattre à la lime la vive-arrête du trou de la meule, on pourra occaſionner une félure imperceptible, qui ne manquera pas de faire éclater la meule lorſqu'on la tournera avec la rapidité qu'on lui imprime ordinairement. Il faut encore moins que tout cela, ſi les coins de bois qu'on emploie ſont ſecs, ils ſe renfleront infailliblement par l'eau dont la meule eſt

continuellement imbibée ; on ſait que ce renflement eſt la puiſſance qu'on emploie dans les carrières pour ſéparer les meules de moulins ; il n'eſt donc pas étonnant qu'il puiſſe occaſionner des fêlures à la meule la mieux choiſie & la mieux montée, & l'expoſe, par ce moyen, à éclater par l'effet de la rotation rapide. Le mieux ſeroit peut-être de choiſir des meules d'un grès plus épais & d'y ménager de part & d'autre, de la partie qui doit ſervir à aiguiſer, deux retraites d'un moindre diamètre, ſur chacune deſquelles on feroit entrer une frette de fer qui ſe pourroit ſerrer avec des coins ou avec des vis ; ces frettes, plus baſſes que la circonférence de la meule, n'empêcheroient pas ſon uſage, & elles mettroient les Couteliers à l'abri d'un accident toujours dangereux & quelquefois funeſte.

On pourroit auſſi diminuer la vîteſſe de la rotation, ſouvent inutile à la perfection de l'ouvrage, ſoit en recommandant à celui qui tourne la roue, de la mener tout doucement, ſoit en augmentant le diamètre de la poulie fixée à l'arbre de la meule, ſoit enfin en employant la méthode que le ſieur Songy, Maître Coutelier à Paris, a

présentée à l'Académie & qui a mérité son approbation : cette méthode consiste à faire tourner lui-même sa roue, au moyen d'une pédale qu'il y a jointe ; par ce moyen l'ouvrier, couché à l'ordinaire sur la planche, peut, avec un de ses pieds, faire mouvoir sa roue & sa meule avec le degré de vîtesse qui convient à l'ouvrage qu'il repasse, sans dépendre du caprice d'un agent étranger ; & quoique par ce moyen on ne puisse donner à la meule le même degré de vîtesse que lui donneroit un homme appliqué à la roue, on en peut toujours donner autant qu'en exigent les ouvrages ordinaires de coutellerie, & on ne courroit pas risque d'être exposé à l'explosion des meules & aux accidens qui en résultent.

NOUS renvoyons entièrement aux Mémoires.

Le second Mémoire de M. Guettard sur la Description minéralogique des environs de Paris.

Les deux Écrits du même sur la nature du terrein de la Pologne, & sur les minéraux qu'il renferme.

Et les Observations Botanico-météo-

rologiques, faites à Denainvilliers près Pluviers, par M. du Hamel.

ANATOMIE.

Sur les yeux de quelques Poissons.

L'ANATOMIE comparée ou l'examen des parties ſemblables dans l'homme & dans les différens animaux, eſt un des plus utiles moyens qu'on puiſſe mettre en uſage pour éclaircir une infinité de queſtions; ſouvent tel organe, dont il eſt preſque impoſſible de connoître la conſtruction dans une certaine eſpèce, ſe préſente à découvert dans une autre, & plus ſouvent encore des uſages qu'on croyoit pouvoir attribuer à différentes parties dans l'homme & dans quelques animaux, ſe trouvent abſolument détruits par l'impoſſibilité de les attribuer à ces mêmes parties dans d'autres animaux.

C'eſt ſous ce point de vue que M. Haller a enviſagé les recherches qu'il a entrepriſes ſur les yeux des Poiſſons, deſquelles il a fait part à l'Académie, & il n'a point été trompé dans ſon attente: ſes obſervations lui ont valu, outre une

connoiſſance exacte de cet organe, la déciſion de quelques points d'Anatomie très-intéreſſans & très-conteſtés. Nous allons eſſayer de donner une idée, non de tout ſon travail, mais de ce qu'il lui a offert de plus nouveau & de plus intéreſſant; & pour mieux nous faire entendre, nous commencerons par remettre ſous les yeux du Lecteur une courte deſcription de l'œil & des différentes parties qu'il contient.

L'œil eſt en général une eſpèce de globe plus ou moins approchant de l'exacte ſphéricité; dans la plupart des animaux il eſt logé dans une cavité formée par les os de la tête, & qu'on nomme *orbite*, dans laquelle il peut ſe mouvoir par l'action de pluſieurs muſcles deſtinés à cet uſage.

A la partie poſtérieure de ce globe eſt une eſpèce de queue ou pédicule aſſez conſidérable, qui, paſſant par une ouverture qui ſe trouve au fond de l'orbite, va ſe perdre & ſe confondre dans le cerveau; ce pédicule eſt le nerf optique.

Ce nerf eſt recouvert de deux enveloppes, qui ſont l'une & l'autre des productions des méninges ou membranes qui enveloppent le cerveau; l'extérieure, qui tire ſon origine de la dure-

mère, forme, en s'épanouissant, l'enveloppe extérieure de l'œil, à laquelle, à cause de sa dureté, on a donné le nom de *sclérotique* (1). Cette membrane est opaque dans sa plus grande partie, mais au-devant de l'œil, elle prend une courbure un peu plus convexe, & devient aussi transparente que les plus belles lames de corne; aussi cette partie porte-t-elle le nom de *cornée transparente*, pour la distinguer du reste de la sclérotique que quelques-uns nomment *cornée opaque*.

Sous cette enveloppe on en trouve une seconde, qui n'est qu'une expansion de la premiere, & qu'on nomme *choroïde*, c'est-à-dire (2), séparation ou enveloppe; celle-ci s'applique exactement contre l'intérieur de la sclérotique, jusqu'à l'endroit où commence la cornée transparente; là, elle s'en sépare & traverse absolument le globe de l'œil, formant un plan qui sert de base à l'espèce de calotte que forme la cornée transparente: ce plan porte le nom d'*uvée*, à cause de la couleur de sa partie interne, qui ressemble à celle d'une peau

(1) Σκληρὴς, *durus*.
(2) Χωρίζω, *separo*, *includo*.

de raisin noir ; c'est sur la partie antérieure qu'est placé ce cercle coloré qu'on nomme *iris*, & qui entoure l'ouverture de la prunelle. Derrière cette membrane, & à très-peu de distance, en est placée une autre qui se détache aussi de la choroïde & qu'on nomme *couronne ciliaire*, celle-ci embrasse & tient suspendu vis-à-vis la prunelle un corps transparent & presque lenticulaire, qu'on nomme *cristallin*; enfin, la partie médullaire du nerf optique s'épanouit aussi, & forme une troisième membrane très-fine & comme muqueuse, qui tapisse sous la choroïde tout le fond de l'œil, & qu'on nomme *rétine*.

Toutes ces membranes partagent, comme l'on voit, l'œil en trois chambres ou cavités, l'antérieure, comprise entre la cornée transparente & l'iris, communique, par l'ouverture de la prunelle, avec la seconde, comprise entre la même membrane de l'iris, la couronne ciliaire, & le cristallin ; ces deux chambres sont remplies d'une liqueur presqu'aussi claire & aussi fluide que de l'eau, & qu'on nomme, pour cette raison, *humeur aqueuse*, la troisième chambre, qui n'a nulle communication avec les deux premières, est remplie d'une espèce de

gelée tranſparente, qu'on nomme *humeur vitrée.* C'eſt par le moyen de cette admirable ſtructure que les rayons de lumière, reçus par l'ouverture de la prunelle, vont faire, par les réfactions qu'ils éprouvent dans l'œil, une peinture exacte des objets extérieurs ſur la rétine qui tapiſſe le fond de cet organe.

Telle eſt en général la deſcription de l'œil; mais cette ſtructure éprouve des variétés dans les différentes eſpèces, & ces variétés peuvent ſervir à éclaircir une infinité de points ſur l'uſage des différentes parties de cet organe. Nous allons rendre compte de celles que les obſervations de M. Haller lui ont fait obſerver dans les poiſſons.

Le nerf optique y eſt beaucoup plus conſidérable que dans les autres animaux, une grande partie des tubercules qui, dans les poiſſons, tiennent lieu de cerveau, ſemblent deſtinés à lui fournir ſa partie médullaire; &, ce qui eſt bien digne de remarque, c'eſt que, malgré l'inégalité du nombre & la variété des figures de ces tubercules dans les différens poiſſons, les deux qui tiennent lieu de couches des nerfs optiques ont une ſtructure conſtante dans tous les

poiſſons; ils ſont creux & contiennent un ventricule, comme dans les oiſeaux, reſſemblance ſingulière entre deux eſpèces ſi différentes, mais qui n'eſt cependant pas la ſeule & de laquelle nous aurons occaſion de remarquer plus d'un exemple dans les obſervations de M. Haller. Ces nerfs ne s'uniſſent point, comme dans l'homme, ſur la ſelle ſphénoïdale, mais les couches dont ils partent le font par des fibres tranverſales qui, apparemment, tiennent lieu de cette union : mais s'ils ne s'uniſſent pas dans leur trajet, le croiſement qu'on ne fait que ſoupçonner dans l'homme, y eſt apparent, ils ſe croiſent avant que d'entrer dans les orbites; on voit évidemment que le nerf qui part de la couche droite, va ſe rendre à l'œil gauche, & celui qui part de la couche gauche à l'œil droit. Il eſt bon de remarquer que ce croiſement eſt commun à tous les nerfs de toutes les eſpèces connues, où il eſt démontré par mille expériences, & que, quoiqu'on en ignore la raiſon, il paroît être néceſſaire dans tout le ſyſtême nerveux. Le nerf optique eſt aſſez ſimple dans les poiſſons, & ſa ſubſtance médullaire y eſt partagée en eſpèces de faiſceaux unis par une toile

cellulaire qui leur sert de gaîne : cette substance médullaire sort en masse, quand on presse le nerf, & n'est point recouverte de cette espèce de membrane criblée, qui, dans quelques animaux terrestres, ne laisse passer dans ce cas la moëlle qu'en filets.

Nous avons dit que les différentes membranes du globe de l'œil étoient formées par l'expansion de celles qui enveloppent le nerf optique, & par l'expansion de sa partie médullaire ; mais ce qu'il y a de singulier, c'est que cette production des membranes ne se fasse pas de la même manière dans tout le genre des poissons, les uns, comme la carpe, la lotte, le munier & la tanche, retiennent en cette partie la même structure que les quadrupèdes, & dans les autres, comme la truite, le saumon, l'ombre-chevalier, on retrouve la structure de l'œil des oiseaux.

Dans les premiers, le nerf optique est couvert d'une enveloppe très-dure, & aussitôt après qu'il a traversé la sclérotique ou enveloppe extérieure de l'œil, il produit cette membrane argentée, qui, dans les poissons, sert de choroïde : immédiatement après, il produit une membrane remplie de vaisseaux qu'on

nomme, pour cette raiſon, *vaſculaire*, qui n'exiſte que dans les poiſſons, ce n'eſt qu'une ligne plus loin qu'il produit la rétine, qui ſe trouve, par conſéquent, éloignée du fond de l'œil d'une quantité conſidérable, & dont les lames paroiſſent être une production de la ſubſtance blanche ou médullaire du nerf optique; dans tout ce trajet, depuis le fond de l'œil juſqu'à la rétine, le nerf eſt étroitement enveloppé d'une membrane noire, qui eſt un extenſion de la pie-mère; il ſort encore de la circonférence du cercle, par lequel le nerf optique s'épanouit, des faiſceaux de fibres qui vont, en s'épanouiſſant, former cette membrane qu'on nomme *arachnoïde*, qui s'applique ſur la rétine, & à laquelle on a donné ce nom à cauſe de ſa reſſemblance avec des toiles d'araignée; mais M. Haller n'a jamais pu les ſuivre juſque-là.

Dans les ſeconds, le nerf optique donne bien à peu-près les mêmes membranes, mais il ſe dilate en formant comme un arc de cercle, & la rétine eſt ſoutenue par un appendice moins long, à la vérité, mais ſemblable à celui qu'on obſerve dans les oiſeaux, la coupe de la membrane noire à l'endroit où

paſſe le nerf optique eſt très-elliptique ; & la moëlle de ce nerf y paroît à découvert ; la ſurface par laquelle ce même nerf eſt terminé, eſt longue comme dans les oiſeaux, & a, comme dans ces derniers, une artère qui en parcourt la longueur ; on n'y voit point cette membrane, ſervant de baſe à la partie qu'on nomme *peigne*, dans les yeux des oiſeaux, & qui couvre l'entrée du nerf optique, cette partie manque abſolument, même dans les poiſſons dont nous venons de parler, & qui ont la ſtructure de leurs yeux la plus ſemblable à celle des yeux des oiſeaux.

Quelle peut être la raiſon de cette diverſité qui s'obſerve dans les différentes eſpèces de poiſſons ? il ſeroit peut-être difficile de l'aſſigner ; mais on peut, ſuivant la penſée de M. Haller, en tirer une maxime bien utile aux Phyſiciens, c'eſt de ne jamais conclure par analogie d'une eſpèce à l'autre, & d'être toujours en garde contre les inductions.

La rétine eſt de toutes les parties de l'œil, celle qui a fourni les obſervations les plus ſatisfaiſantes à M. Haller. On ſoupçonnoit depuis long-temps, & les obſervations de Ruyſch & d'Albinus ſembloient même l'indiquer, que la

rétine étoit composée de deux plans différens, dont l'un étoit un réseau de vaisseaux extrêmement fins, & l'autre une espèce de pulpe blanche qui recouvroit le premier; mais on n'avoit pu encore parvenir à avoir ces deux feuillets séparés & entiers.

La même difficulté ne se trouve pas dans les poissons; toute la précaution nécessaire est de se servir des yeux les plus frais; la rétine est si délicate, que le plus petit commencement de putréfaction suffit pour la détruire; mais, en se servant d'yeux frais, il suffit de séparer cette tunique de celles qui la couvrent: ce qui se peut toujours faire avec facilité. On apperçoit alors, à travers le corps vitré, une infinité de fibres blanches, partant du cercle terminateur du nerf optique comme d'un centre, & venant se terminer à l'endroit où commence l'uvée; laissant ensuite l'œil dans de l'eau-de-vie, la rétine, qui est naturellement très-épaisse dans les poissons, s'y endurcit; & alors on sépare la membrane pulpeuse qui est assez épaisse, de la lame fibreuse; & il ne reste de la rétine qu'un hémisphère appliqué sur le corps vitré composé de fibres extrêmement déliées, & qui pourroit porter à juste

titre le nom de *membrane arachnoïde*.

Quoique M. Haller n'ait pas encore pu parvenir à séparer les deux lames de la rétine dans l'homme & dans les animaux terrestres aussi parfaitement que dans les poissons, cependant il en a vu assez dans plusieurs espèces, pour que ses observations réunies à celles de Ruysch, d'Albinus & de Mrs Mæller & Zinn, l'autorisent à donner la même structure à la rétine de l'homme, c'est-à-dire à la composer d'une membrane muqueuse & d'une arachnoïde.

M. Haller a observé dans la rétine des quadrupèdes un grand nombre de vaisseaux sanguins, partie artériels, & partie veineux; ces vaisseaux, à mesure qu'ils se subdivisent, perdent leur couleur rouge & deviennent invisibles: exemple évident de la production des vaisseaux artériels du second rang.

Mais la plus belle observation que M. Haller ait faite dans ses recherches sur les yeux des poissons, c'est celle d'une mucosité noire & opaque qui recouvre extérieurement la rétine, & se trouve par sa situation interposée entre la rétine & la choroïde. Cette couche opaque qui empêche les rayons de lumière de parvenir jusqu'à la choroïde,

ne permet pas de ſuppoſer, avec M. Mariotte, que cette tunique ſoit l'organe de la viſion; elle attribue inconteſtablement cette noble fonction à la ſeule rétine, & décide ſans retour une queſtion qui partageoit depuis long-temps les Anatomiſtes.

Le corps vitré eſt extrêmement petit & très-plat dans les poiſſons; le nerf optique parcourt chez eux un eſpace conſidérable avant que d'y arriver; & c'eſt dans cet eſpace que ſe loge, entre les deux lames de la choroïde, un muſcle nommé *fer à cheval*, & la lame vaſculaire; malgré ſa petiteſſe, il offre des objets intéreſſans & qu'on ne voit point dans les yeux des autres animaux: ces objets ſont les vaiſſeaux antérieurs & poſtérieurs du corps vitré: mais avant de parler de ces vaiſſeaux, il eſt néceſſaire de décrire une organiſation particulière de l'œil des poiſſons.

Ces animaux n'ont point de couronne ciliaire: l'uvée eſt chez eux appliquée immédiatement ſur le corps vitré, & le criſtallin eſt comme chatonné dans ſon ouverture; mais il y a un organe ſingulier qui ſert à affermir ce criſtallin dans ſa poſition, & cet organe varie dans les différentes eſpèces de poiſſons.

Dans la carpe, le munier & la tanche, il part de la choroïde, à l'endroit où devroit être la couronne ciliaire, une bande dentelée à laquelle un prolongement de la rétine sert comme de doublure; cette bande s'attache postérieurement au cristallin, & reçoit un vaisseau sanguin considérable qui paroît aller directement à ce dernier; mais avant que d'y arriver, il jette, à gauche & à droite, des branches dans l'endroit de la jonction de l'uvée, du corps vitré & de la rétine, & forme en cet endroit un cercle parfait duquel il part une infinité de vaisseaux qui se rendent dans la membrane qui enveloppe le corps vitré, & se répandant en branches toujours de plus déliées en plus déliées, y forment, par leur union avec les vaisseaux postérieurs dont nous allons parler, le plus beau réseau qui se voie dans le corps animal.

Ces vaisseaux postérieurs, qui se joignent à ceux dont nous venons de parler, naissent du tronc central de la rétine, & s'appliquent, s'il est permis d'user de ce mot, au pôle du corps vitré, où ils se divisent en une infinité de rayons qui enveloppent la convexité du vitré, & vont, sous toutes sortes de directions, se joindre aux vaisseaux

antérieurs que nous avons décrits, jusque dans le cercle vasculeux que ceux-ci forment à l'origine de l'uvée; mais il ne paroît pas que ces vaisseaux entrent dans la substance même du corps vitré: du moins M. Haller n'a jamais pu les y appercevoir.

Dans la truite, le saumon, l'ombre-chevalier & la lotte, la structure de l'œil est à cet égard un peu différente; le nerf optique, dans ces animaux, fait un chemin considérable dans l'œil avant que de s'épanouir pour former la rétine; immédiatement avant cet épanouissement, il sort de ce nerf ou de ses enveloppes, deux vaisseaux recouverts d'une gaîne noire; ils sont accompagnés d'un nerf particulier qui entre dans l'œil à côté du nerf optique, ils forment un demi-cercle autour de la convexité postérieure de l'œil, & quand ils sont presque arrivés à l'uvée, il s'y joint de nouvelles membranes & de nouveaux vaisseaux; & il se forme du tout une espèce de petite cloche mouchetée au dehors & blanche en dedans, dont la figure est comme parabolique, & qui se termine par une pointe de laquelle il part plusieurs filets qui vont s'attacher à la partie postérieure de la capsule du

criſtallin ; M. Haller y a vu plusieurs vaiſſeaux remplis de ſang. Dans la truite & dans le ſaumon, le même tronc qui ſort du nerf optique donne très-près de ſa ſortie une branche qui, après avoir rampé ſur la convexité poſtérieure du corps vitré, forme près de l'uvée un cercle vaſculeux preſque ſemblable à celui que M. Haller a obſervé dans les poiſſons de la première claſſe. Il ſeroit certainement bien curieux de définir l'uſage de cette cloche parabolique; le nerf qui s'y rend, pourroit la faire regarder comme muſculeuſe; mais M. Haller n'y a pu diſtinguer de fibres paralèlles, & il aime mieux demeurer dans l'indéciſion ſur ce point, que de haſarder une idée qui pourroit être dans la ſuite démentie par l'obſervation.

Le criſtallin eſt plus grand à proportion dans les poiſſons qu'il ne l'eſt dans les autres animaux, il eſt compoſé de couches concentriques preſque ſphériques, &, comme ils n'ont point de chambre poſtérieure, le criſtallin paſſe par la prunelle pour ſe montrer dans la chambre antérieure, les vaiſſeaux ſanguins qui partent du cercle vaſculeux, dont nous avons parlé, s'y rendent, & M. Haller les a ſuivis juſque dans la

capsule qui l'enveloppe. Il est très-difficile d'observer la même organisation dans les autres animaux, cependant, quoique M. Haller n'ait pu la trouver que dans quelques-uns, il croit être fondé à présumer qu'elle existe dans tous, mais ce n'est encore qu'une conjecture, qui demande à être vérifiée.

La choroïde des poissons est bien différente de celle des quadrupèdes; elle est évidemment composée de deux membranes, dont l'une est argentée & commence à l'endroit même où le nerf optique entre dans l'œil; elle est fort lâche, très-foible & se déchire fort aisément, c'est elle qui forme l'iris ou la membrane antérieure de l'anneau pupillaire; elle est comme doublée d'une membrane noire fort épaisse dans le fond de l'œil, lâche & vasculeuse, & couverte, du côté qu'elle regarde la rétine, d'une mucosité couleur de tabac qui s'attache à la rétine même; entre ces deux membranes, il se trouve dans les poissons une troisième tunique fine, mais aisée à démontrer, qui part des enveloppes du nerf optique & forme un entonnoir autour de la moitié postérieure de la membrane noire. M. Haller la nomme *vasculaire*, à cause d'une artère & d'une

veine considérable qui s'y rendent, & qui après s'être divisées en deux branches, y forment une quantité prodigieuse de rameaux, qui s'étant divisés & subdivisés, vont se plonger dans l'organe que nous allons décrire.

Cet organe est une espèce de fer à cheval d'un rouge très-vif, plat & couvert d'une membrane luisante, il embrasse un peu moins que la circonférence de l'attache de la membrane vasculaire à la membrane noire, dans laquelle se trouve un sillon creusé pour le loger, mais presque sans aucune adhérence; si on le fait macérer dans l'eau de vie, on y distingue des lignes parallèles composées de fibres droites & entremêlées d'un nombre infini de vaisseaux, cet organe existe dans tous les poissons que M. Haller a eu occasion de disséquer; c'est, selon lui, un véritable muscle dont la fonction est de rapprocher, en se contractant, le cristallin de la rétine, ce qui est absolument nécessaire aux poissons voraces, qui ont besoin d'appercevoir très-distinctement leur proie à des distances très-inégales.

L'iris est, comme nous l'avons dit, dans les poissons formé par la membrane argentée de la choroïde qui recouvre

l'uvée : celle-ci, chez eux, eſt brune entremêlée de vaiſſeaux rouges, qui n'ont pas paru à M. Haller avoir de direction marquée ; la prunelle ne lui a pas paru ſouffrir d'augmentation ni de diminution, même lorſqu'il approchoit une bougie allumée très-près d'un poiſſon vivant ; & à cette occaſion, il rapporte un fait qui lui a paru mériter d'avoir place ici, quoiqu'il n'y ſoit point queſtion des yeux des poiſſons.

Il diſſéquoit ceux d'un jeune chat noyé vingt-trois heures auparavant : ces yeux, comme ceux de tout animal mort, avoient la prunelle très-dilatée ; comme le criſtallin étoit opaque, il mit cet œil ſur un fourneau médiocrement chaud, pour lui rendre la tranſparence ; au bout d'une minute ou deux, il apperçut avec étonnement que la prunelle s'étoit abſolument refermée, & qu'elle étoit dans le même état que celle d'un chat vivant expoſé au grand jour, toutes les fibres de l'iris étoient tendues & viſibles, on appercevoit juſqu'à cette eſpèce de polygone fibreux qui entoure la prunelle, & auquel ces fibres s'attachent ; & cet état dura autant que la chaleur, à meſure qu'elle diminua, les fibres ſe raccourcirent, & l'iris ſe dilata ; M. Haller obſerva

feulement que la principale diminution de l'iris fe fit dans l'efpace qui eft entre le polygone fibreux, dont nous avons parlé, & les bords proprement dits de la prunelle.

Un phénomène de cette efpèce méritoit bien d'être examiné par plufieurs expériences; mais M. Haller n'a pu y réuffir, & il ne l'a jamais pu revoir, quelques tentatives qu'il ait pu faire; mais il en réfulte toujours que l'agrandiffement & la diminution de la prunelle peuvent s'opérer fans l'intervention de la volonté, & qu'ils pourroient ne point tenir à l'action mufculaire.

Les obfervations de M. Haller fur la couronne ciliaire, que nous allons rapporter, n'ont pas plus de rapport aux poiffons que la précédente : il s'agit d'y examiner fi le corps ciliaire, dans les quadrupèdes & les oifeaux, eft adhérent au criftallin, & fert à le retenir dans fa fituation, ou s'il n'y a aucune adhérence. Cette queftion a extrêmement partagé les Anatomiftes : les uns, avec M. Zinn, prétendent que le corps ciliaire n'a aucune adhérence avec le criftallin, & effectivement il arrive prefque toujours qu'on l'en trouve détaché en difféquant les yeux de différentes

espèces d'animaux; cependant M. Haller n'a pas cru, malgré cette apparence, devoir se rendre à ce sentiment, il a fait réflexion que le cristallin ne paroissoit dans aucun animal, pouvoir avoir d'autre attache, & il a soupçonné qu'il pouvoit se faire que l'adhérence de l'un à l'autre se détruisît après la mort; il a trouvé en effet, que dans les yeux du héron le corps ciliaire étoit adhérent au cristallin, au moyen d'une mucosité noire qui le colloit à la capsule, mais qui se dissolvoit entièrement dès qu'on laissoit les yeux macérer un peu trop long-temps; & en effet, dans les yeux où le cristallin est roulant, l'humeur aqueuse, si claire dans l'animal vivant, est de couleur de café, ce qui prouve la dissolution de la colle noire; or, si dans le héron, quatre jours de macération peuvent opérer cet effet, ne peut-on pas présumer que quelques heures l'opèrent dans les autres animaux? du moins est-ce le sentiment qu'a cru devoir adopter M. Haller, jusqu'à ce qu'il ait pu obtenir sur ce sujet de nouvelles lumières.

La cornée transparente est fort plate dans la plupart des poissons; quelques-uns cependant, comme la lotte, l'ont

aussi convexe que l'homme : ils ont, en général, peu d'humeur aqueuse ; quelques-uns néanmoins, comme la lotte & le saumon, en sont assez bien pourvus ; mais elle est beaucoup plus visqueuse que dans les animaux terrestres ; de même que l'humeur vitrée qui peut se soutenir, dépouillée de sa membrane : la cornée opaque ou sclérotique est chez eux très-épaisse & très-dure, elle forme dans le saumon un cartilage de plus d'une ligne d'épaisseur, vers l'entrée du nerf optique ; celle des oiseaux aquatiques participe à cette dureté.

Telles sont les observations que M. Haller a communiquées sur les yeux des poissons : elles offrent, comme on voit, des singularités bien remarquables, & un vaste champ de découvertes à faire ; mais, en même temps, elles font bien regretter que M. Haller, comme il s'en plaint lui-même, n'ait pas été à portée d'examiner les poissons de mer, plus variés, & souvent bien plus gros que ceux de rivière : c'est à ceux des Anatomistes qui auront cet avantage, à profiter de ses vues, & à remplir totalement cet objet.

OBSERVATION

OBSERVATION ANATOMIQUE.

Un maître de danse, de la ville de Toulouse, étoit sujet depuis long-temps à une difficulté de respirer; il étoit oppressé & essoufflé après la moindre fatigue; il toussoit sans cracher beaucoup, & le peu qu'il crachoit étoit très-visqueux.

Son mal augmenta pendant l'hiver de 1751, & dégénéra en fluxion de poitrine dont les symptômes furent violens, les crachats étoient rouillés, & il se plaignoit d'une douleur qu'il sentoit au milieu & à la partie supérieure du sternum. On le traita suivant la méthode ordinaire, & il fut saigné six fois. Vers le sixième jour de la maladie, l'oppression devint très-forte, & dans une violente quinte de toux, de laquelle il fut presque suffoqué, il rendit, par l'expectoration, un corps ramifié, d'environ trois pouces de longueur. La sortie de ce corps ne fut précédée ni suivie d'aucune effusion de sang; les crachats furent mêlés de pus pendant quelques jours, & le malade fut bientôt parfaitement rétabli.

Ce corps avoit, comme nous l'avons dit, trois pouces de longueur, depuis le commencement du tronc jusqu'à l'extrémité des ramifications, le tronc avoit six lignes de circonférence & autant de longueur, il se bifurquoit ensuite, & chacune des branches se divisoit & se subdivisoit en plusieurs rameaux, dont la grosseur diminuoit à mesure qu'ils s'éloignoient du tronc; la tige avoit une cavité sensible, mais qui ne fut pas suivie plus loin.

La figure & les dimensions de ce corps ne laissent aucun lieu de douter qu'il ait été formé dans l'intérieur des bronches, mais est-ce la paroi intérieure de ces mêmes bronches ou une concrétion pituiteuse moulée dans leur cavité ?

On pourroit alléguer en faveur du premier sentiment, que le corps en question étoit creux, que les différentes concrétions qui se sont formées dans le poumon, n'ont jamais rien offert de semblable, & qu'enfin les crachats purulens qui suivirent l'expulsion de ce corps, étoient une suite de l'érosion qui avoit séparé la paroi interne des bronches, de l'externe & des vésicules pulmonaires, d'autant plus que l'on a trouvé dans les poumons d'un phtisique, des

fragmens de la tunique des bronches qui nageoient dans la ſanie.

Malgré toutes ces préſomptions, M. Marcorelle, de l'Académie royale des Sciences & Belles-Lettres de Toulouſe, & Correſpondant de l'Académie, à qui ce fait fut communiqué, n'oſa lui en faire part, & ce n'a été qu'après avoir examiné par lui-même un fait pareil, qui s'eſt paſſé ſous ſes yeux, qu'il s'eſt déterminé à donner la relation de l'un & de l'autre.

Au mois de Septembre 1762, une femme de Narbonne fut attaquée d'une fluxion de poitrine, & rendit un corps abſolument pareil à celui qu'avoit rendu le maître à danſer de Toulouſe. M. Marcorelle l'examina ſcrupuleuſement, avec M. Barthès, Profeſſeur en Médecine à Montpellier, & très-connu dans la république des Lettres; non-ſeulement ils vérifièrent la cavité de ce corps juſque dans les dernières ramifications, mais ils trouvèrent encore, à l'extrémité de ces ramifications, des véſicules ſoufflées & remplies d'air: or on ſait que les cellules pulmonaires adhèrent latéralement, & en forme de grappes, aux vaiſſeaux bronchiques.

Voilà donc dans ce ſecond corps des

preuves assez fortes d'organisation, & qui semblent le distinguer assez nettement d'une concrétion pituiteuse. Mais comment, dira-t-on, concevoir que l'érosion qui s'est faite ait pu détacher toute la paroi interne des bronches, & même quelques cellules pulmonaires, sans que la respiration ait été gênée, & en ait souffert un dommage notable par la suite ? On cessera d'en être surpris, si on veut faire attention à l'extrême facilité avec laquelle les parties entamées de la poitrine se réunissent, & se cicatrisent. On a vu des gens guérir, après avoir essuyé des délabremens prodigieux par des suppurations qui avoient détruit une partie du poumon, après même avoir rejetté, non-seulement des parties du poumon, mais même encore des portions de vaisseaux sanguins, par l'expectoration. Il n'est donc pas étonnant que la paroi interne des bronches ait pu se reproduire, après en avoir été séparée de l'externe par l'érosion d'une liqueur âcre qui se sera fait jour entre deux; il a dû seulement s'établir une suppuration qui a pu fournir pendant quelques jours les crachats purulens que les malades ont rendus : la Nature a des ressources sûres pour réparer ses pertes,

dès que la cause qui les occasionnoit est détruite. Mais, quelque vraisemblable que tout ceci paroisse, M. Marcorelle n'ose encore décider si les deux corps rendus par l'expectoration sont effectivement la paroi interne des bronches, il s'est contenté d'exposer le fait & les idées qu'il lui a fait naître, & l'Académie n'a pas cru pouvoir mieux faire que d'imiter, en publiant cette observation, une si prudente retenue : ce fait au reste n'est pas absolument nouveau ; on a des exemples de gens qui ont rendu de semblables corps par l'expectoration ; mais il y en a peut-être peu qui en aient rendu de si considérables.

CHIMIE.

Sur la quantité d'argent que retiennent les Coupelles.

L'ARGENT qu'on emploie, soit à la fabrication des Monnoies, soit à celle des autres ouvrages faits de ce métal, est toujours allié, c'est-à-dire mêlé d'une certaine quantité de cuivre, sans laquelle il n'auroit pas la dureté & la consistance

néceſſaires aux uſages auxquels il eſt deſtiné ; mais cette quantité d'alliage doit être, & eſt expreſſément fixée par la loi : elle n'eſt, pour la vaiſſelle, que la vingt-quatrième partie du poids total ; & ſi l'argent contient une plus grande quantité de cuivre, on dit qu'il n'eſt pas *au titre*, & il n'eſt point admiſſible dans le commerce.

Pour parvenir à connoître la quantité de cuivre ou alliage que contient l'argent, on emploie ordinairement la coupelle ; mais pour ſe faire une idée de cette opération, il ne ſera peut-être pas inutile de rappeller au Lecteur les principes ſur leſquels elle eſt fondée.

L'or & l'argent ſont les ſeuls métaux qui puiſſent ſoutenir l'extrême violence du feu ſans ſe décompoſer : tous les autres n'y peuvent réſiſter, & s'y réduiſent en verre. Le plomb eſt de tous ces derniers celui qui ſe vitrifie le plus facilement ; mais il a de plus la ſingulière propriété de communiquer cette facilité de ſe vitrifier, aux autres métaux avec leſquels il eſt mêlé, & de les entraîner avec lui à travers les pores du vaiſſeau qui le contient, qu'il pénètre en cet état avec une merveilleuſe facilité.

Si donc on a un mélange d'argent &

de quelqu'autre métal que ce puiſſe être, excepté l'or, voici la manière qu'on emploie pour les ſéparer : on met ce morceau d'argent allié avec une certaine quantité de plomb, dans un petit creuſet extrêmement poreux, fait avec des cendres d'os brûlés, bien leſſivées pour en enlever tous les ſels, & on place le tout dans un fourneau où on lui fait éprouver un très-grand feu ; alors le tout étant fondu, le métal mêlé avec l'argent ſe vitrifie avec le plomb, paſſe à travers les pores de la coupelle, & l'argent reſte ſeul en fuſion dans ce vaiſſeau. Il eſt donc aiſé, par cette opération, de connoître combien de métal étranger contenoit l'argent allié, puiſqu'en le peſant après l'opération, on en trouvera le poids diminué de tout celui de ce métal qui s'en eſt ſéparé.

Toute la Théorie chimique de cette opération eſt donc, comme on voit, fondée ſur ce que le plomb, en ſe vitrifiant, entraîne avec lui, dans le même état de vitrification, le métal étranger & laiſſe pur l'argent qui ne ſe vitrifie pas, du moins au même degré de feu; mais que ſera-ce ſi l'argent, ſans être vitrifié, peut être en partie entraîné par le plomb ? il eſt clair que la quan-

tité, dont l'argent qu'on eſſaye diminue, ſera augmentée, & qu'on jugera qu'il contenoit plus d'alliage qu'il n'en contenoit réellement.

C'eſt ce fait ſi intéreſſant que M. Tillet a voulu conſtater par des expériences déciſives : il avoit ſoupçonné depuis quelque tems que les coupelles pouvoient abſorber avec le plomb quelque portion de l'argent qu'on affinoit; mais pour s'en aſſurer, il expoſa pluſieurs de ces coupelles, qui étoient très-imbibées de litharge ou plomb vitrifié, à un feu de charbons aſſez vif, la flamme du charbon eut bientôt rendu au plomb le phlogiſtique qu'il avoit perdu & le fit reparoître ſous ſa forme naturelle; alors M. Tillet mit ce bouton de plomb, qu'il avoit obtenu dans une coupelle neuve; & l'ayant pouſſé au feu, il donna une quantité d'argent qui excédoit de beaucoup celle qu'auroit donnée une pareille quantité de plomb qui n'auroit pas été employée aux eſſais, car il n'y a preſque pas de plomb qui ne contienne plus ou moins de ce métal.

C'étoit beaucoup que d'être aſſuré de ce fait, mais ce n'étoit pas encore aſſez pour remplir les vues de M. Tillet; il falloit connoître avec préciſion, com-

bien les coupelles pouvoient retenir d'argent dans l'affinage, puisque cet argent fin, retenu par elles, diminuoit d'autant le poids du bouton qu'on essayoit.

Pour y parvenir, il a pris deux coupelles imbibées de litharge, qui avoient servi aux essais; & comme il connoissoit exactement le poids que pesoient ces coupelles avant qu'elles eussent servi, il pouvoit aisément juger, en les pesant, de la quantité de plomb qu'elles avoient absorbée, qui se trouva monter à quatre gros, c'est-à-dire, deux gros chacune. Après les avoir réduites en poudre, il les mit dans un creuset avec un flux composé de deux parties de tartre blanc & d'une partie de salpêtre & raffiné, ayant couvert ce creuset d'un autre creuset renversé, bien lutté les jointures & ménagé au haut de celui qui servoit de couvercle, une ouverture pour laisser échapper les vapeurs du flux lorsqu'il détonneroit; il exposa le tout à un feu gradué, qu'il soutint à la plus grande violence pendant près d'une heure; l'opération finie, il en retira environ deux gros de plomb, qui, mis à la coupelle, fournirent deux grains & demi d'argent, poids fictif ou

de femelle, tandis que deux gros de plomb, qui n'avoit point fervi aux effais, traité au même feu & de la même maniere, n'en fournirent qu'un quart de grain au même poids fictif; il étoit donc bien sûr que le plomb qui avoit fervi aux effais avoit retenu un grain & trois quarts de l'argent qu'il avoit fervi à purifier.

M. Tillet n'étoit cependant pas encore fatisfait, il n'avoit retiré que deux gros de plomb, des quatre que fes deux coupelles avoient abforbés : il foupçonna que les deux autres gros pouvoient être dans les fcories : en effet, les ayant bien lavées dans l'eau chaude pour diffoudre tout le flux, il trouva au fond du vaiffeau un gros & douze grains de plomb, le refte ayant apparemment été diffipé dans l'opération; ce gros & douze grains de plomb paffés à la coupelle donnèrent encore un grain & demi, poids fictif : c'étoit donc en tout quatre grains d'argent qui avoient été retenus par le plomb, & qui diminuoient d'autant le poids du bouton.

Il eft donc certain que le plomb qu'on emploie aux effais, retient une quantité fenfible d'argent, & que les effayeurs qui ignoroient cette propriété

du plomb ont toujours fixé le titre au-dessous de ce qu'il étoit véritablement, l'ayant estimé par le déchet du bouton qu'ils attribuoient tout entier à la destruction du métal étranger, quoiqu'une partie de ce déchet fût dûe à la quantité d'argent que le plomb avoit retenu.

Il suit encore qu'on ne doit employer dans les essais que la quantité de plomb nécessaire. Puisqu'en employant une plus grande quantité de ce métal, on augmente la portion d'argent qu'il retient, & qu'enfin, lorsqu'on veut fixer très-exactement le titre de l'argent, il faut revivifier le plomb absorbé par la coupelle, & le coupeller ensuite pour en retirer l'argent qu'il contenoit, & qu'on joindra au bouton. M. Tillet croit qu'en prenant toutes ces précautions, & opérant avec attention, on aura de l'argent presque absolument pur, ou du moins aussi approchant de cette pureté qu'il est possible à l'art de l'obtenir.

Une dernière précaution qui n'est pas moins nécessaire que les précédentes, c'est de conduire le feu avec prudence : M. Tillet a observé qu'en surchauffant l'argent, ou en le tenant exposé

trop long-temps à la violence du feu, il s'en sublime, pour ainsi dire, une partie, sans qu'on sache trop bien comment se fait cette sublimation.

Tout ce travail au reste n'est que le commencement d'un autre beaucoup plus étendu dans lequel la même matière doit être traitée avec encore plus d'attention qu'elle ne l'a été dans le Mémoire duquel nous venons de rendre compte : ce que nous avons dit de celui-ci est suffisant pour en faire sentir l'importance, & pour en faire desirer la continuation.

SUR LES SALINES

de Franche-Comté.

Le travail de M. Montigny, duquel nous avons à rendre compte, a été occasionné par les plaintes adressées au Roi & au Ministère, contre la mauvaise qualité des sels de la Saline de Montmorot en Franche-Comté. On y reprochoit à ce sel d'être pierreux & d'une âcreté corrosive, de communiquer aux matières qu'on en saloit une amertume insupportable, de saler très-imparfaitement les fromages qui forment une

branche considérable du commerce de cette province, de produire les mêmes inconvéniens dans la salaison des viandes, & enfin d'être si pernicieux au bétail, qu'il lui occasionnoit des maladies & la mortalité des élèves, d'où résultoient nécessairement la rareté & la cherté du bétail dans la province.

Ces plaintes annonçoient des objets trop importans pour ne pas exciter l'attention du Ministère. M. de Trudaine, Intendant des Finances & Membre de cette Académie, qui se trouva chargé de cette affaire, en ayant conféré avec M. Bertin, alors Contrôleur général, Mrs de Montigny & Hellot furent chargés d'examiner les sels & les eaux salées des salines de Salins & de Montmorot, dont on fit venir des échantillons à Paris: ces échantillons furent soumis aux opérations & à l'analyse chimique; & voici le précis de ce qu'elles y firent reconnoître.

Toutes les eaux salées qu'on emploie à Salins ou à Montmorot, contiennent, outre le sel gemme ou marin, de la sélénite, espèce de sel composé de l'acide vitriolique uni à une base terreuse, du sel de Glauber composé du même acide uni à la base du sel marin, des sels

déliquefcens ou qui ne fe criftallifent point, fournis par l'acide du fel marin engagé dans une bafe terreufe, une terre alkaline très-blanche qu'on fépare du fel gemme, en le tenant long-temps en fuſion dans un creufet, une efpèce de glaife très-fine & quelques parties graffes & bitumineufes ayant une forte odeur d'huile de Pétrole. Prefque toutes ces eaux contiennent encore une affez grande quantité de gypfe ou matière plâtreufe, & toutes, fans exception, contiennent un principe alkali furabondant qui leur donne la propriété de verdir le firop violat, & de rétablir la teinture de tournefol rougie par les acides, ce qui n'arriveroit certainement pas, fi tout ce qu'elles contiennent d'alkali étoit joint aux acides vitriolique & marin qui s'y rencontrent; elles contiennent encore une terre alkaline qui, étant diffoute par les acides, paffe à travers tous les filtres, & agit comme terre abforbante en décompofant le vitriol, lorfqu'on en mêle la folution avec les eaux falées, ce qui prouve évidemment que ces eaux ne contiennent aucun vitriol en nature, puifqu'il feroit infailliblement décompofé par cette terre avec laquelle l'acide vitriolique a bien

plus d'affinité qu'avec sa base métallique.

Tous les sels de Salins se trouvent mêlés de toutes ces différentes matières, sur-tout le sel qu'on met en pains & dont on fait grand usage dans tout le pays ; à l'égard de la saline de Montmorot, le sel à gros grains qui est produit par une évaporation lente, est très-pur ; mais celui qui est formé par une évaporation rapide & telle que l'eau qui le contient est toujours bouillante, contient un mêlange de ces mêmes matières ; c'étoit avec ce sel qu'on formoit les sels en pains, & on croyoit leur donner plus de corps en les imbibant des eaux grasses qui restent après qu'on en a tiré le sel, & qui contiennent tout ce qui n'a pu entrer dans la composition du sel ; ces pains se trouvoient beaucoup plus chargés de matières étrangères que les sels en petits grains, & produisoient encore de plus mauvais effets.

Indépendamment de l'alkali surabondant & des autres matières étrangères, les pains de sel étoient encore sujets à un autre défaut ; on avoit coutume de les dessécher en les laissant un temps assez long sur des lits de braise allumée ; mais il arrivoit presque toujours que le

contact immédiat d'un feu assez vif décomposoit le sel de la base de ces pains, & en enlevoit l'acide; aussi M. de Montigny s'apperçut-il depuis en entrant dans le lieu de ce travail, d'une très-forte odeur d'esprit de sel, & que cette vapeur teignoit en rouge le papier bleu; le bas des pains est donc en partie décomposé, & laisse à nud la base du sel, c'est-à-dire une espèce de sel de soude très-âcre; les habitans qui achetoient ces pains de sel étoient obligés de couper tout ce dessous avec une scie & de le jetter.

Telles furent les observations que le premier coup d'œil offrit à M. de Montigny, lorsqu'après avoir scrupuleusement examiné avec M. Hellot les sels & les eaux qu'on avoit fait venir à Paris, il eut été envoyé sur le lieu pour y continuer ses opérations: il ne se contenta pas de cette première recherche, il examina avec le plus grand soin les eaux qu'on tiroit des sources salées, les différentes opérations par lesquelles on en tiroit le sel, les sels même tant en gros grain qu'en petit grain, les sels en pain, les différentes eaux qui restoient des muires ou eaux salées qu'on évapore pour en tirer le sel, & les différentes

écumes qui s'en séparent dans le temps de l'ébullition.

Non content de cet examen, M. de Montigny voulut s'assurer par lui-même de l'effet de ces sels & des défauts qu'on leur reprochoit ; pour cela, il parcourut les pays que fournissent ces salines, & sur-tout les montagnes dans lesquelles se fait le plus grand nombre de fromages & de salaisons ; objet de la plus grande importance pour le commerce de la Franche-Comté, & voici les connoissances qu'il y recueillit.

Les fromages salés avec le sel en pains, contractoient vers la superficie un mauvais goût & un peu d'amertume ; tandis que le milieu ne se saloit que peu ou point du tout ; les salaisons de viandes ne réussissoient pas mieux, ces matières mêlées avec le sel étant incapables de les préserver de la corruption, & leur communiquant un très-mauvais goût ; enfin il étoit à craindre que ce sel ainsi vicié ne nuisît à la longue à la santé des habitans, qui en font un usage continuel.

C'étoit à tous ces inconvéniens qu'il étoit question de remédier ; & M. de Montigny eut bientôt trouvé dans la nature même du mal des moyens également

sûrs & faciles de s'en garantir; mais avant que de les exposer, il ne sera peut-être pas inutile de remettre sous les yeux du Lecteur la nature & la formation des sels neutres.

Tout sel, du genre de ceux qu'on appelle *neutres*, est essentiellement composé d'un acide & d'une base; cette base peut être un alkali fixe ou volatil, une terre absorbante, une matière pierreuse, ou enfin une matière métallique.

Aucun de ces sels ne peut être regardé comme véritablement neutre, que lorsque la portion d'acide qu'il contient est absorbée & retenue par une quantité suffisante d'alkali ou des matières qui en tiennent lieu; s'il y a une portion d'acide non liée à cette base, le sel donnera des marques d'acidité, il rougira, par exemple, la teinture de tournesol; & si au contraire il y a de l'alkali non occupé par l'acide, il verdira la teinture de violette; mais si la dose de l'un & de l'autre sont justes, il ne fera ni l'un ni l'autre de ces effets.

Le sel marin est composé d'un acide auquel il a donné son nom, & d'un alkali à peu-près semblable au sel de soude qui lui sert de base; il doit, pour être le plus parfait qu'il se puisse, ne

contenir que ces deux ſeules ſubſtances & les contenir en telle proportion, qu'il n'y ait aucune portion de l'acide qui ne ſoit liée à une portion d'alkali, ni aucune portion d'alkali qui ne ſoit occupée par une portion d'acide; ſans cette dernière condition, l'acide demeuré libre, ſeroit capable de faire beaucoup de mal, en agiſſant de toute ſa puiſſance ſur les corps auxquels il ſe trouveroit appliqué, & l'alkali oiſif communiqueroit au ſel une âcreté déſagréable & lui donneroit une cauſticité qu'il ne doit point avoir.

Le premier pas à faire pour perfectionner les ſels de Franche-Comté étoit donc d'enlever à ces ſels la ſurabondance d'alkali, qui leur communiquoit une mauvaiſe qualité; pour cela, il ne faut que mêler avec la liqueur qui les contient, de l'acide, du vinaigre ou du petit lait aigri; pour lors les différens ſels qui s'y rencontrent, n'étant plus embarraſſés par cet alkali ſurabondant, ſe préſentent ſucceſſivement en criſtaux réguliers & ſans être mêlés les uns avec les autres, & c'eſt, pour le dire en paſſant, le moyen qu'emploient les Hollandois pour rafiner le ſel de mer qu'ils tirent de France, & pour rendre leurs

salaisons aussi parfaites qu'elles le sont.

Le gypse & les sélénites, ne pouvant être tenus en dissolution que dans une grande quantité d'eau, reparoissent en forme solide & concrète long-temps avant que l'évaporation soit assez avancée pour occasionner la cristallisation du sel; & comme elles deviennent alors plus pesantes qu'un pareil volume d'eau, elles se précipitent au fond; mais la violence de l'ébullition les chassant du milieu de la poële, elles retombent tout autour & sont reçues dans des bassins portatifs de tôle à longue queue, qu'on place au fond de la liqueur tout autour de la poële, & qu'on enlève dès qu'on voit paroître à la surface les premiers cristaux de sel marin. Ces bassins n'étoient pas, à beaucoup près, en assez grand nombre, M. de Montigny en a plus que doublé le nombre, & les a vu sortir de la poële presque remplis de ce mêlange de gypse & de sélénite, que les ouvriers appellent *schelot*, & par-là il a presque entièrement séparé cette matière étrangère qui ne pouvoit que nuire.

Puisque la forte ébullition est nécessaire pour la séparation du *schelot*, il s'ensuit que tous les vaisseaux dans lesquels on fera l'évaporation de l'eau qui

le contient, sans leur faire éprouver un degré de chaleur assez fort, n'opéreront point cette séparation, & que cette mauvaise matière y demeurera jointe au sel dans la cristallisation; c'est précisément ce qui arrivoit dans les poêlons de Salins: ces poêlons étoient de petites poêles, tenant environ le tiers des poêles ordinaires, & qu'on avoit placées à la suite des grandes pour profiter de la chaleur qui se perdoit auparavant dans ces endroits; mais comme le degré de feu qu'ils y éprouvoient n'étoit pas, à beaucoup près, suffisant pour la séparation du *schelot*, elle ne s'y opéroit point & le sel en restoit imprégné. M. de Montigny les a fait absolument supprimer & a trouvé moyen d'employer plus utilement cet excédent de chaleur, comme nous le verrons dans un moment.

Les eaux grasses qui restent après la tuite, & dont on se servoit pour humecter le sel qu'on vouloit mettre en pains, méritoient bien un examen particulier, elles contiennent du sel de Glauber, du sel d'Ebsom, altérés par le mêlange de beaucoup de gypse; & quand on en a séparé ces sels, il n'y reste plus qu'une très-grande quantité de sel marin à base

terreuse déliquescent, & plusieurs matières grasses, végétales & minérales, c'est-à-dire, qu'elles sont chargées de tous les principes qui doivent être soigneusement exclus du bon sel; ce défaut est commun aux eaux grasses de Salins & de Montmorot : mais ces dernières en ont encore un autre qui leur est particulier ; comme le degré de salure des sources est foible, pour éviter les frais d'une trop longue évaporation au feu, on ne les met dans les poêles qu'après qu'elles ont passé & repassé plusieurs fois à travers des rangées de fagots d'épines, exposées les unes au-dessus des autres, & que, par ce moyen, l'action de l'air a emporté une bonne partie de l'eau superflue : or, il arrive nécessairement que ce passage réitéré charge l'eau d'une forte teinture, qu'elle tire de ces épines, sur-tout lorsqu'elles sont neuves, ce qui, joint aux malpropretés que la négligence des ouvriers laisse dans les augets & les conduits de bois par lesquels elle passe dans cette opération, tache le sel & lui donne une odeur de pissat de chat insupportable, lorsque l'action du feu nécessaire pour sécher les pains de sel a développé toutes ces matières étrangères & y a

joint l'esprit de sel qu'elle enlève aux pains.

Pour éviter ces inconvéniens, M. de Montigny a totalement supprimé l'emploi des eaux grasses, & il a fait former les pains en humectant le sel avec de l'eau douce pure, mais qui doit être employée assez chaude, si on veut qu'elle puisse enlever le sel d'Ebsom avec l'espèce de teinture que les épines ont donnée au sel; par ce moyen si simple, les pains se sont formés sans aucun mêlange de matière étrangère, purs, solides, propres à soutenir le transport & à être employés à tous les usages auxquels ils sont destinés.

Il est cependant bon de remarquer que, pour que le sel en pains soit pur, comme nous venons de le dire, il est absolument nécessaire que le sel en grains dont on le compose le soit aussi. Or c'est ce qui ne se trouvoit nullement dans le sel à petits grains de Montmorot qu'on employoit à cet usage; ces sels sortoient de la muire, enduits de sel de Glauber, de sel d'Ebsom, & de toutes les matières étrangères qui étoient contenues dans l'eau; & comme on les portoit au sortir de la poêle dans des magasins secs & exposés à l'action de

l'air extérieur, il arrivoit, & sur-tout en hiver, que ces sels étrangers qui se cristallisent au froid, se durcissoient très-promptement, & qu'il ne couloit presque rien dans les réservoirs destinés à recevoir leur dissolution.

Il fallut donc réformer ces magasins; & y entretenir toujours une chaleur humide; alors le sel de Glauber & celui d'Ebsom plus aisés à fondre que le sel marin, se séparèrent aisément de ce dernier, coulèrent dans les réservoirs, le sel marin resta pur, ou s'il y étoit resté quelque atome de sel étranger, il fut entraîné par l'eau douce chaude que M. de Montigny employoit à former les pains.

Le dernier inconvénient que M. de Montigny avoit à parer, étoit la décomposition du sel opérée par la braise sur laquelle on séchoit les pains. Pour y remédier, il imagina de les faire sécher dans des étuves où on fût maître de la chaleur, & d'employer à cette opération la chaleur superflue des fourneaux d'évaporation.

Pour cela, il fit ouvrir dans le terrein de la *berne* ou laboratoire, une longue tranchée aboutissante d'un côté au fourneau qu'il avoit fait percer en cet endroit,

endroit, & de l'autre à une cheminée élevée contre le mur; les côtés de cette tranchée furent revêtus d'un mur de brique, dans lequel on avoit obſervé une retraite ſur laquelle il fit placer des plaques de tôle; & le deſſus ayant été garni de couvercles de bois qui ſe pouvoient hauſſer ou baiſſer à volonté, la capacité du foſſé ſe trouva partagée entre deux cavités dont l'inférieure étoit une eſpèce de cheminée horizontale qui recevoit plus ou moins de la chaleur du fourneau au moyen d'une pelle mobile de tôle qui en fermoit l'embouchure au point qu'on vouloit; & dont la partie ſupérieure étoit une longue étuve très-propre à ſécher les pains de ſel preſque également dans toute ſon étendue, & ſans courir le riſque de les décompoſer ſenſiblement, nous diſons ſenſiblement, parce qu'il eſt impoſſible que quelque attention qu'on apporte, il n'y ait pas toujours quelque petite partie de l'acide enlevée, & par conſéquent un peu de ſel décompoſé; mais cet inconvénient eſt réduit à ſi peu de choſe dans les étuves de M. de Montigny, qu'on le peut regarder comme phyſiquement nul.

Pour empêcher l'adhérence des pains de ſel aux plaques, il ne faut que mettre

ſur celle-ci un lit de cendres de huit à dix lignes d'épaiſſeur : cette cendre empêche que les pains ne s'attachent aux plaques, & s'attache ſi peu elle-même au ſel, que le moindre frottement eſt capable de l'enlever ; & les étuves propoſées par M. de Montigny ont eu l'avantage de porter la perfection des pains de ſel auſſi loin qu'elle puiſſe aller, en épargnant les frais conſidérables des braiſes qui ſe conſumoient pour cette opération. Nous diſons auſſi loin qu'elle puiſſe aller, car il ne penſe pas qu'on puiſſe jamais rendre le ſel en pains, formé de ſel à menu grain, fait à l'eau bouillante, auſſi pur que le ſel à gros grain de Montmorot dont il ſeroit à ſouhaiter que l'uſage fût par-tout ſubſtitué à celui du ſel en pains.

Quoi qu'il en ſoit, les pratiques propoſées par M. de Montigny ont eu tout le ſuccès qu'on en pouvoit attendre, & ont été abſolument adoptées à Montmorot; on n'y fait plus que des pains de ſel formés de ſel ſuffiſamment égoutté, pêtri à l'eau douce chaude & ſéché à l'étuve; & la différence de ces pains avec ceux qu'on y faiſoit précédemment a été ſi frappante, que M. de Montigny en a recueilli lui-même le

fruit par les marques les plus flatteuses & les moins équivoques de la satisfaction du peuple, qu'il reçut, en parcourant les mêmes montagnes où il avoit observé, en commençant ses recherches, les mauvais effets du sel mal travaillé. Il est à présumer que ces mêmes procédés si utiles, & nous osons le dire, si nécessaires, seront adoptés à Salins, de même qu'à Montmorot, pourvu cependant que des intérêts particuliers & l'attachement qu'on n'a que trop souvent pour des abus consacrés en quelque sorte par une longue habitude, ne s'y opposent point; mais quoi qu'il en puisse arriver, on devra toujours à M. de Montigny d'avoir travaillé efficacement à remédier aux inconvéniens causés par la mauvaise fabrique des sels, & de les avoir presque entièrement bannis par des procédés également sûrs & faciles. Les Arts ne pourront jamais que gagner à être éclairés par les regards de ceux qui sont à portée d'en connoître la pratique & d'y joindre la théorie, & assez zélés pour n'épargner ni leurs soins, ni leurs peines, lorsqu'il s'agit de contribuer au bien public, & à l'avantage de la société.

BOTANIQUE.

Sur le caractère générique de la Plante appellée Marsilea.

LA variété qui règne dans les ouvrages de la Nature, même dans ceux qui paroissent être le plus faits sur le même plan, embarrasse souvent les Botanistes, lorsqu'ils essaient de déterminer le genre auquel certaines Plantes doivent être rapportées.

De ce nombre est la plante appellée *Marsilea*, sur le caractère générique de laquelle les Botanistes ont considérablement varié. Il ne faut pas même trop s'en étonner; les caractères distinctifs du genre d'une plante se tirent de sa fleur ou de ses étamines, & la *Marsilea* ne semble offrir aux yeux aucune de ces parties. Les Botanistes savent que plusieurs plantes qui paroissent être dans le même cas ont cependant leurs fleurs & toutes les parties nécessaires à la fécondation de leurs graines, mais qu'elles les ont cachées dans une espèce de boîte ou d'enveloppe. La figure est, comme on sait, moins un fruit qu'une enveloppe

qui contient les fleurs & ensuite les graines du figuier, & parmi les plantes aquatiques, le *Lemma* (1) & la pillulaire (2), décrites par M. de Jussieu, peuvent en fournir des exemples ; mais quoique la *Marsilea* soit, comme ces dernières, une plante aquatique, & qu'elle ait, comme elles, des espèces de coques capables de contenir les organes de la fécondation, elle en diffère assez d'ailleurs pour que les sentimens aient été partagés sur le genre de cette plante, l'ouverture des coques dont nous venons de parler, semble même donner lieu à cette incertitude ; on ne trouve pas dans toutes les mêmes corps, & cette différence a donné lieu de croire que ces coques ne renfermoient pas, comme celles du *Lemma*, les organes de la génération, qui doivent être par-tout constamment les mêmes, on les a donc cherchés dans d'autres parties de la plante & sur-tout dans des feuilles.

Celles de cette plante ne sont presque qu'un composé de vésicules à quatre, cinq ou six pans ; il part de ceux de ces pans, qui forment la surface inférieure

---

(1) *Voyez les Mémoires 1740.*
(2) Idem. *1739.*

de la feuille, un filet roussâtre, & par la position de la plante, qui nage toujours sur la surface de l'eau, ce filet y est nécessairement plongé; d'autres poils plus courts naissent de la surface supérieure. Ce sont ces derniers que Micheli, & après lui M. Linnæus, ont regardé comme les véritables étamines de la plante, destinées à féconder les graines contenues dans les coques; selon eux, la *Marsilea* est une plante dont les fleurs n'ont pas de pétales ou feuilles, mais seulement une étamine tournée en spirale, & ces fleurs sont communément portées quatre à quatre sur le sommet de petites verrues, dont le dessus de ces feuilles est comme chagriné.

M. Linnæus adopte à-peu-près le même systême, auquel il fait cependant divers changemens; il regarde, par exemple, les mamelons des feuilles comme les véritables éramines, dont les poils que Micheli prend pour des étamines, ne sont que les anthères ou sommités; il veut que le péricarpe ou enveloppe des embryons dans la coque, soit à quatre loges, au lieu que Micheli ne lui en donne qu'une.

Les Observations de M. Guettard

lèvent ces difficultés, ni l'un ni l'autre n'ont reconnu le véritable organe de la génération de cette plante; il pense que M. Linnæus pourroit bien n'avoir vu que des coques sèches, ou du moins après que les étamines ont cessé d'y exister: il aura pris les intervalles entre les cloisons & les loges qu'ils forment, pour la place qu'avoient occupée les graines, ou bien il aura pu prendre les étamines même pour des semences, & voici, selon M. Guettard, la manière dont on peut présumer que se fait la fécondation dans la *Marsilea*.

Les véritables organes de la génération de cette plante, sont, comme ceux du *lemma* & de la pillulaire, contenus dans les coques qui naissent de l'origine de chaque conjugaison de feuilles, mais avec cette différence que dans le *lemma* & la pillulaire, chaque coque contient des étamines & des pistils, au lieu que dans la *Marsilea*, de huit à neuf coques qui naissent à chaque assemblage de feuilles, une seule renferme les pistils & les embryons, tandis que toutes les autres ne contiennent que des étamines; il résulte de cet arrangement, que la fécondation ne peut s'opérer sans que les coques s'ouvrent, & il naît de cette

circonſtance une objection que M. Guettard ne ſe diſſimule pas. Les coques ſont abſolument plongées dans l'eau : comment donc ſuppoſer que la pouſſière des étamines puiſſe ſortir des coques pour paſſer dans celle qui contient les embryons ſans être abſorbée par l'eau ? & quand même on ſuppoſeroit que les étamines donnaſſent, au lieu de pouſſière, une liqueur, ne ſe mêleroit-elle pas infailliblement avec l'eau dans laquelle les coques ſont plongées, avant que d'avoir pu parvenir à la coque qui contient les embryons ?

Quelque forte que puiſſe paroître cette objection, M. Guettard ne la croit cependant pas ſans replique : l'eau n'eſt point, ſelon lui, un obſtacle à la fécondation des graines de la *marſilea*. M. de Juſſieu a obſervé que la pouſſière des étamines du *lemma* s'ouvroit dans l'eau & y formoit un petit nuage facile à diſtinguer : cette liqueur ſéminale eſt donc une liqueur viſqueuſe & qui ſe mêle difficilement avec l'eau ; l'analogie qui ſe trouve entre le *lemma* & la *marſilea*, porte à croire que les pouſſières de cette dernière ſont de même nature ; elle peut donc ſe conſerver dans l'eau aſſez long-temps pour qu'elle pénètre

les coques qui contiennent les embryons; & quand même on supposeroit qu'une partie de cette liqueur fût dissoute par l'eau, il y a tant de coques à étamines autour d'une seule coque à pistil, qu'il seroit bien difficile qu'il ne se trouvât assez de liqueur séminale pour féconder ses embryons : la Nature semble avoir eu ces hasards en vue, lorsqu'elle a entouré chaque coque à pistils d'un si grand nombre de coques à étamines.

Il pourroit d'ailleurs arriver que la fécondation des graines de la *marsilea* ne se fît que lorsque l'eau, en se retirant ou en s'évaporant, l'a laissée à sec; alors toutes les difficultés seroient levées, & cette fécondation se feroit comme celle des plantes terrestres. Cette idée même est d'autant plus vaisemblable, que M. Guettard a conservé long-temps dans l'eau des pieds de *marsilea*, sans que les coques se soient ouvertes, tandis que celles de quelques autres pieds, qui avoient été abandonnés par l'eau dans laquelle ils étoient, se sont toutes ouvertes.

Il ne reste donc presqu'aucun doute que les coques de la *marsilea* ne contiennent les parties de la génération, & en ce point elle a une ressemblance bien

marquée avec le *lemma* & la pillulaire ; mais elle en diffère en plusieurs points : ses semences ont un péricarpe ou enveloppe particulière, & celles du *lemma* n'en ont point ; ses étamines ont un pédicule commun, & celles du *lemma* sont attachées aux cloisons qui divisent intérieurement les coques ; les sommets sont alongés dans le *lemma*, & arrondis dans la *marsilea* ; les pistils du *lemma* sont entourés d'une membrane, ceux de la *marsilea* n'en ont point ; les coques du *lemma* sont simples, & celles de la *marsilea* sont doubles ; mais la plus marquée de toutes les différences qui se trouvent entre les deux plantes, est que dans le *lemma* les fleurs mâles & les fleurs femelles sont renfermées dans une même coque, au lieu que dans la *marsilea* elles sont renfermées dans des coques différentes.

La *marsilea* ne peut donc être comprise sous le même genre que le *lemma*, elle en diffère par trop de points essentiels, & elle constitue un genre particulier très-voisin de celui de ces plantes, mais qui cependant n'est pas le même ; elle est parmi les plantes aquatiques dont les fleurs sont enfermées dans des coques, ce que le chanvre, le maïs &

quelques autres plantes sont parmi les autres plantes terrestres. M. Guettard ne connoît encore que la *marsilea* qui soit de ce genre; mais peut-être se trouvera-t-il d'autres espèces qui lui appartiendront.

Cette plante est connue des Botanistes sous différens noms : Jean Bauhin la nomme *lens palustris Patavina* ou la lentille d'eau de Padoue; Gaspard Bauhin & Magnol lui donnent le nom de *lenticula palustris retifolia punctata* ou l'entille d'eau dont les feuilles sont à réseau & marquées de points : Cæsalpin lui donne le nom de *Stratiotes* (1) ou soldat, on ne sait trop pourquoi, à moins qu'il ne l'ait confondue avec quelqu'autre plante connue des Anciens sous ce nom. Micheli la nomme *salvinia* du nom d'un Patricien Florentin, auquel il vouloit apparemment faire sa cour; mais M. Linnæus a pensé qu'ayant une plante à nommer, il étoit plus à propos d'en faire un monument à la gloire d'un des plus illustres Botanistes du siécle passé, qu'à celle de tout autre, & il l'a nommée *marsilea*, du nom du célèbre comte

(1) Στρατιώτης, *miles*.

Marsigli, autrefois Membre de cette Académie, & l'un des hommes, peut-être, auxquels les Sciences en général, & en particulier la Botanique soient les plus redevables. M. Guettard étoit trop attaché à l'Académie & aux Sciences qui sont l'objet de ses travaux, pour ne pas adopter ce nom & la façon de penser de M. Linnæus, & il a en effet conservé à cette plante singulière le nom de *marsilea* que ce célèbre Botaniste lui avoit donné.

OBSERVATIONS BOTANIQUES.

I.

M. MONTET, de la Société Royale des Sciences de Montpellier, remarqua, dans un voyage qu'il fit sur les montagnes de l'Esperou & de l'Algoual, que tous les champignons de l'espèce de ceux qu'on nomme *fungus maximus pedis equini specie*, qui croissent sur les hêtres dont ces montagnes sont remplies, naissoient principalement sur les troncs de ces arbres qu'on a coupés, & que les Bûcherons laissent de quatre ou cinq pieds de hauteur; il observa aussi qu'ils ne croissoient que sur ceux de

ces troncs qui commençoient à pourrir, & que s'il se trouvoit quelques-uns de ces champignons sur des arbres entiers & vivans, ce n'étoit jamais que sur quelque partie de l'arbre déjà morte; les habitans de l'Esperou l'ont assuré, qu'avant d'appercevoir ces champignons sur les troncs d'arbres morts, on en voyoit découler beaucoup d'eau; la partie interne de ces *fungus* sert à faire de l'amadou, on l'emploie aussi à préparer cette matière qui arrête le sang selon la découverte de M. Brossard; mais il n'est pas vrai qu'il n'y ait que ceux de ces champignons qui croissent sur le chêne qu'on puisse employer à ce dernier usage. M. Montet a employé avec succès des *fungus* crûs sur le hêtre, peut-être ceux qui croissent sur les autres bois y sont-ils également propres. Nouvelle facilité de préparer cet utile remède; on peut encore, si les uns & les autres manquoient, employer la poudre contenue dans le *lycorperdon* ou vesse de loup qui, suivant les observations de M. la Fosse, vérifiées en présence des Commissaires de l'Académie, produit à-peu-près le même effet. M. Montet observe que, puisque ces *fungus* ne croissent que sur la partie morte de

l'arbre, on peut en inférer avec assez de vraisemblance que s'ils ne sont pas entièrement le produit de la putréfaction, au moins concourt-elle pour quelque chose à leur production. On en trouve d'une grosseur extraordinaire, & qui surpassent celle du pied du plus gros cheval de frise ; ils sont fort adhérens au tronc de l'arbre, & on a peine à les en détacher.

II.

Le même M. Montet se trouvant, pendant les vacances de 1762, dans un endroit appellé *Beaulieu* près du Vigan, au diocèse d'Alais, remarqua que sur un assez grand nombre d'arpens de terre tous plantés de mûriers depuis 10 jusqu'à 25 ans, il y en avoit plusieurs des plus grands à demi morts, d'autres fort pâles & fort éloignés de leur couleur ordinaire, & que ces arbres malades se trouvoient sur la même ligne ; il s'informa de ceux du canton d'où venoit cet accident, & il apprit qu'il n'étoit que trop ordinaire, non-seulement à Beaulieu, mais encore dans les Paroisses voisines, comme le Vigan, Aulas, Saint-André, où on élève quantité de vers-à-soie ; & que les habitans se

plaignoient que, lorſque dans une pièce de terre plantée de mûriers de l'âge de ceux dont nous venons de parler, il y en avoit quelqu'un qui mouroit, tous les autres périſſoient ſucceſſivement : cette maladie épidémique des mûriers commence ordinairement par la cime, & voici ce qu'on a obſervé.

Au temps de la sève on commence à voir découler du collet d'une groſſe branche beaucoup d'eau qui noircit toute l'écorce où elle touche ; dès qu'on voit couler cette eau en abondance, on juge l'arbre perdu, & quelque ſoin qu'on ait de couper la branche d'où l'eau découle, l'arbre périt par parties dans un certain eſpace de temps : on remarque même que ſi l'on coupe toutes les groſſes branches, l'arbre pouſſe l'année ſuivante de forts rejettons, mais qui périſſent au bout de l'année, & il arrive très-ſouvent que cette maladie ſe communique ſucceſſivement dans l'eſpace de quelques années aux autres mûriers de la même plantation.

Une circonſtance que les habitans de ce canton ont fait obſerver à M. Montet, pourroit peut-être donner quelques lumières ſur la cauſe de cette épidémie, lorſqu'on arrache des mûriers de quinze

à vingt années & abſolument morts ; pour les remplacer par de jeunes arbres de la même eſpèce, ſi on néglige d'enlever juſqu'aux plus petits fragmens des racines du mûrier mort, celui qu'on met en ſa place ne pouſſe que lentement, réuſſit mal & ſe rabougrit ; auſſi ces arbres ne viennent-ils jamais mieux que dans les terreins où il n'y en a jamais eu : la pourriture des racines mortes porte donc une eſpèce de contagion aux racines vivantes, du moins dans toute cette partie des Cévennes ; mais comme cet effet pourroit auſſi dépendre du terrein de ces cantons, M. Montet n'a pas oublié de l'examiner, & il a trouvé que ce terrein n'étoit preſque par-tout compoſé que d'une légère couche de terre ſablonneuſe au-deſſous de laquelle on trouvoit ce qu'on appelle en langage du pays, *ciſtras ;* ce ciſtras qui eſt plus ou moins dur s'émie toujours aſſez facilement ſous les coups d'un pic de fer ; il eſt compoſé de mica & d'un quartz qui eſt une eſpèce de granit mol dont tout ce canton abonde ; il s'y en trouve auſſi de très-dur, auſſi beau que celui d'Egypte, & qui eſt ſuſceptible du plus beau poli, nouvelle ſource de cette matière qu'on a cru ſi long-temps propre

à l'Égypte, & dont le Royaume se trouve peut-être aussi abondamment pourvu qu'elle ait jamais été : cette découverte est un fruit surnuméraire des observations de M. Montet.

CETTE année parut un ouvrage de M. du Hamel, intitulé *Élémens d'Agriculture*; deux Volumes *in*-12, *Paris*, *chez Guerin*.

L'Art de l'Agriculture est vraisemblablement le plus ancien des Arts ; les productions de la terre, destinées par l'Auteur de la Nature, à nourrir les hommes & les animaux, & à leur procurer tous leurs besoins & toutes leurs commodités, doivent être regardées comme les véritables richesses ; les métaux, les monnoies, & tout ce que la facilité du commerce a fait inventer en ce genre n'en sont que les signes ; mais ces véritables richesses sont le fruit du travail, elles ne nous sont accordées qu'à ce prix ; dès que ce travail se relâche ou s'exécute mal dans un État, quelques avantages qu'il puisse avoir d'ailleurs, il ne peut manquer de s'affoiblir : la culture des terres, celle des arts, & le Commerce, qui en est la suite nécessaire,

ſont, pour ainſi dire, les nerfs qui lui donneront de la force, en augmenteront infailliblement la puiſſance, & qui procureront l'aiſance aux Citoyens.

Toutes ces conſidérations avoient porté depuis long-temps M. du Hamel à tourner ſes vues plutôt du côté de la culture des plantes, que de celui de la nomenclature, & à faire ſur ce ſujet un nombre infini d'expériences & de recherches, dont pluſieurs ont été publiées dans les Mémoires de l'Académie; il avoit même publié à part la culture de la garence, & tout ce qui concernoit la méthode de cultiver les terres, propoſée par M. Tull. Mais malgré l'utilité de tous ces morceaux détachés & d'une infinité d'autres, publiés par différens auteurs, il manquoit aux agriculteurs & à ceux qui avoient envie de le devenir, ou du moins de ſe mettre à portée de veiller à l'amélioration de leurs héritages, un livre qui pût leur indiquer les principes généraux ſur leſquels ils devoient ſe régler, & qui, en leur enſeignant les différentes manières d'opérer, uſitées dans les différens endroits, les mît en état de choiſir celles qui pouvoient leur être utiles, & de s'affranchir du joug de la tyrannie, du préjugé

& de la routine. C'eſt ſur ce plan qu'a travaillé M. du Hamel, dans l'ouvrage dont nous allons eſſayer de donner une idée.

Les principes généraux de la Botanique ſur la ſtructure des plantes & ſur l'économie végétale, ne ſont pas bornés aux ſeules plantes curieuſes, ils s'appliquent également aux plantes champêtres; & il ſeroit auſſi ridicule d'entreprendre un Traité d'Agriculture ſans ces connoiſſances préliminaires, que de vouloir enſeigner la Médecine ſans donner des notions d'Anatomie & d'Économie animale: c'eſt auſſi à préſenter au Lecteur ces principes ſi néceſſaires, qu'eſt deſtiné le premier livre de l'Ouvrage de M. du Hamel.

La première diviſion des plantes eſt en vivaces ou annuelles; & ſous ce dernier titre, ſont contenues non-ſeulement celles qui ne vivent qu'un an ou moins d'un an, mais encore celles qui ont une plus longue durée, comme les navets, les carottes, les ſcorſonères, qui durent, à la vérité, plus d'une année, mais périſſent auſſitôt qu'elles ont donné leur fruit. Les racines des plantes donnent encore une ſeconde manière de les diviſer; les unes ont une maſſe charnue,

qui leur ſert de racine, & qui prend le nom de bulbe ou d'oignon, ſi elle eſt compoſée de couches qui s'enveloppent les uns les autres, & celui de tubercules, ſi cette maſſe eſt ſolide & ſans aucunes couches ; les racines peuvent encore être *pivotantes* ou ce qu'on nomme *latérales ;* c'eſt-à-dire, s'enfoncer profondément en terre ou s'écarter de la plante, en rampant près de la ſurface de la terre. M. du Hamel examine le plus ou le moins de facilité que les unes & les autres ont à pénétrer la ſubſtance du terrein, & les effets qui en réſultent, toutes connoiſſances néceſſaires pour donner à chaque terrein les plantes qui lui ſont propres, & à chaque plante la culture qui lui convient ; les tiges des plantes ne font pas un objet moins important que les racines avec leſquelles elles ont d'ailleurs une telle proportion, qu'elles dépendent preſque toujours les unes des autres ; auſſi font-elles un objet dans le premier livre de l'Ouvrage de M. du Hamel : ces tiges & leurs branches ſont eſſentiellement deſtinées à porter les feuilles & les fleurs, auxquelles doivent ſuccéder les graines ou ſemences ; les premières ne ſont pas ſeulement deſtinées à ſervir d'ornement à la plante &

à mettre à couvert les boutons & les fleurs, elles ont une fonction bien plus importante, & on feroit sûrement périr une plante à laquelle on enlèveroit subitement toutes ses feuilles; les expériences de M[rs] Mariotte, Wodward, Hales, Guettard, &c. ont fait voir quels sont les organes destinés à la transpiration des plantes, & que de plus elles leur servent aussi de suçoirs, pour pomper l'humidité des rosées. On conçoit donc avec quelle attention elles doivent être ménagées, & qu'on peut se servir de cette propriété pour affoiblir à dessein, & par une soustraction de feuilles prudemment faite, un arbre trop vigoureux ou une branche gourmande; les fleurs ne sont pas des organes moins importans, elles contiennent les embryons des semences & les parties destinées à les féconder; dans le plus grand nombre, les parties mâles & femelles sont renfermées dans la même fleur, mais dans d'autres il y a des fleurs mâles & des fleurs femelles séparées: tels sont les chatons du noyer, destinés à féconder les embryons des noix placées sur le même arbre, mais dans des endroits différens; enfin, il y a des plantes où les fleurs mâles & les femelles sont

portées par des individus différens ; comme le chanvre. La séve, cette liqueur qui sert, pour ainsi dire, de sang aux arbres, méritoit bien un examen particulier : on a long-temps cru qu'elle circuloit comme le sang, mais cette opinion n'a pas été soutenue jusqu'ici de preuves suffisantes ; il est bien certain que la séve est attirée par les plantes avec une force surprenante : on ignore la cause de cette attraction ; mais le fait existe, & M. du Hamel le détaille dans toutes ses circonstances. L'examen des différens changemens que la séve, vraisemblablement assez constamment la même pour toutes les plantes, reçoit en passant par leurs différens couloirs, n'est pas un point moins surprenant ni moins intéressant que tous ceux dont nous avons parlé, & M. du Hamel ne le laisse pas ignorer à ses Lecteurs : ce suc, quel qu'il soit, que les plantes pompent par leurs racines, doit être tiré de la terre, il peut être différent dans les différens terreins, mais au moins y est-il plus ou moins abondant, & plus ou moins facile à en tirer ; il est donc nécessaire de connoître les différentes natures de terres, & de juger celles qui peuvent retenir l'eau suffisamment, trop

ou trop peu, pour pouvoir remédier à leurs défauts ou ne leur confier que les plantes qui peuvent convenir à leur nature.

Nous avons déjà dit au commencement de cet article, que les fruits de l'Agriculture devoient être la suite du travail; il faut préparer la terre, si on veut qu'elle multiplie les semences qu'on y jette. Cette préparation est l'objet du second livre de M. du Hamel : la terre qu'on se propose de mettre en valeur peut être, ou couverte de bois, ou en lande, ou en friche, ou enfin trop humide; dans le premier cas, non-seulement on coupe les arbres, mais on arrache soigneusement les racines, & ces arrachis préparent si bien le terrein, qu'on est assuré d'y faire de bonnes récoltes plusieurs années de suite; mais il ne faut, suivant la judicieuse remarque de M. du Hamel, user de cette ressource que sobrement; un arpent de bois, partout où on en a le débit, valant presque toujours mieux qu'un arpent de blé : les landes & les friches se travaillent différemment; on met le feu aux herbes & aux broussailles qui les couvrent, & ensuite, après avoir arraché à la pioche les racines des arbustes & des plantes

brûlées, on laboure plusieurs fois ces terres, & on les sème; dans d'autres pays, on travaille les terres en le écobuant: on lève avec une écobue qui est une pioche courbe & large toute la superficie de la terre en gazons, & après les avoir bien fait sécher, on en construit des fourneaux où l'on mèt le feu avec un peu de bois, ces fourneaux eux-mêmes se brûlent, & forment une cendre qui, étant répandue sur la terre avant que de la labourer, la fertilise merveilleusement; les terres trop humides deviennent fertiles en procurant un écoulement aux eaux qui les abreuvent, ou en empêchant celles des terreins supérieurs de s'y décharger; des fossés dont on les entoure, produisent ce bon effet, & les mettent en même temps à l'abri d'être gâtées par le bétail; enfin on doit soigneusement épierrer les terres qu'on veut mettre en valeur, sur-tout si elles sont destinées à porter des plantes qui exigent une terre meuble & assez profondément travaillée.

La terre ayant été, par les opérations précédentes, mise en état d'être labourée, il faut lui donner cette préparation: elle est si importante, qu'elle décide presque entièrement du sort de la récolte, &

& que les labours multipliés peuvent suppléer seuls aux fumiers & aux autres engrais, comme l'expérience l'a montré, au lieu que les terres les mieux fumées ne rapportent que peu, si elles ont été mal travaillées.

Labourer la terre est en soulever & en diviser les molécules pour donner plus de facilité aux pluies, aux rosées & aux autres influences de l'air de s'y insinuer, pour faciliter aux racines des plantes qu'on y veut semer le chemin qu'elles doivent y faire en s'étendant sous la terre, & enfin pour faire périr les plantes sauvages qui nuiroient à celles qu'on a dessein de semer.

On peut employer divers moyens pour opérer cette division; la bêche, la houe, la pioche peuvent y servir utilement tant qu'on n'aura qu'une petite étendue de terrein à travailler; mais dès que cette étendue se multiplie, elle devient un obstacle à cette espèce de travail qui demanderoit trop de bras; on a donc imaginé des machines auxquelles on a donné le nom de *charrues*, qui, armées de fers différemment contournés, ouvrent la terre & la retournent en la renversant par le moyen d'une pièce de bois disposée à cet effet qu'on

nomme, ſelon ſa figure, *oreille* ou *verſoir ;* cette machine traînée par des bœufs, des chevaux, ou par d'autres bêtes de ſomme, & conduite par un ſeul homme qui la guide, expédie le travail avec bien plus de vîteſſe, & preſqu'auſſi bien que le feroit la bèche ou le crochet ; nous diſons preſque auſſi bien, car l'expérience a fait voir que les terres labourées à la bèche l'étoient mieux & plus profondément que celles qui avoient été labourées à la charrue; heureuſement le travail de ces dernières eſt ſuffiſant pour la plupart des plantes qu'elles doivent recevoir. La différence de la nature des terres fait néceſſairement varier la manière de les labourer; les terres qui ne craignent point l'eau doivent être labourées à plat, on y creuſe ſeulement, en ſuivant la pente du terrein, quelques forts ſillons qui traverſent les raies, & qui ſervent à en retirer les eaux : dans les terres ſujettes à être noyées, on laboure en planches, c'eſt-à-dire qu'après pluſieurs raies on en creuſe une beaucoup plus profonde, & qu'on tient le milieu de ces planches plus élevé que les bords ; on laboure auſſi les terres plus ou moins profondément, ſuivant qu'elles ſont

fortes ou légères, argilleuſes ou crayonneuſes ; les temps & le nombre des labours varient auſſi, non-ſeulement ſelon la nature des terres, mais encore ſelon celle du grain que l'on veut ſemer.

Nous avons dit que les façons qu'on donnoit à la terre, avoient pour principal but de la rendre meuble, & d'en écarter les molécules ; on y contribue par le mêlange des fumiers & des autres engrais ; le premier, qui n'eſt autre choſe qu'un mêlange de paille & d'autres ſubſtances végétales jointes aux excrémens des animaux, opère une véritable diviſion par la fermentation qu'il ſubit ; les curures de foſſés, celles d'étangs, les débris des vieux murs de terre ſont encore employés aux engrais ; on tire du fond de la terre, une terre crayonneuſe, douce au toucher & très-graſſe, qu'on nomme *la marne*. Cette terre procure aux terres, ſuivant la nature dont elle eſt, une fertilité plus ou moins durable; quelques terres trop graſſes s'améliorent avec du ſable, des débris de coquilles, même avec des platras pulvériſés. Dans quelques Provinces on prépare des engrais avec des végétaux qu'on laiſſe pourrir en tas ; en un mot, il peut y avoir autant d'engrais

que de circonſtances particulières, pourvu qu'on ne perde pas de vue le principe général qu'ils doivent contribuer à diviſer les molécules de la terre, ſans la deſſécher plus qu'il n'eſt néceſſaire, & qu'on ne les emploie qu'avec prudence.

Il eſt très-rare qu'une même terre puiſſe porter tous les ans du froment; il s'en trouve quelques morceaux dans ce cas, mais en général elles ont beſoin d'être enſemencées d'autres plantes, & même de ſe repoſer de temps en temps. Dans ce pays-ci, on à coutume de partager les terres labourables en trois parties, qui ſont ſucceſſivement ſemées en froment, en mars, c'eſt-à-dire en avoine, pois, orge, &c. & en jachère ou repos: c'eſt pendant cette année de repos qu'on a le temps de donner aux terres les façons néceſſaires pour les mettre en état de porter du blé. Dans quelques provinces du royaume, on ne partage les terres qu'en deux *ſoles* ou parties, qui portent alternativement du blé & des menus grains; on voit bien que tout cet arrangement doit dépendre de la nature du terrein & de la récolte plus ou moins avancée des plantes qui doivent faire place au blé, puiſqu'il faut toujours trouver le temps de donner

à la terre les façons qu'exige ce dernier.

Lorſque la terre a été bien préparée, on peut lui confier les ſemences; mais il faut, ſi on veut avoir une bonne récolte, les bien choiſir & prendre garde qu'elles ſoient exemptes du mêlange d'autres graines; il y a pluſieurs eſpèces de froment, & on doit étudier avec ſoin celle qui convient au terrein qu'on met en valeur; les uns ſe ſèment en automne, & paſſent, après avoir levé, tout l'hiver en terre; d'autres ſe ſèment au printemps, & c'eſt la reſſource des pièces qui ont été endommagées par l'hiver; on change de temps en temps les ſemences, c'eſt-à-dire, qu'on les tire d'un autre canton: cet uſage eſt preſque généralement établi, non-ſeulement pour le blé, mais encore pour toutes les autres graines. On ſème communément le grain de la dernière récolte; mais il eſt conſtant, par des expériences inconteſtables, qu'on peut employer, du moins pour le blé, des ſemences de deux ans, & peut-être de plus anciennes.

On donne au grain quelques préparations avant que de le mettre en terre, on le paſſe, par exemple, à l'eau de chaux, on le dépouille ſoigneuſement

de tout le blé noirci par une maladie dont nous parlerons bientôt; mais ces préparations utiles ne doivent pas être confondues avec de prétendues liqueurs prolifiques, qui, à en croire leurs inventeurs, doivent multiplier prodigieusement le produit des grains qui en auront été imbibés, indépendamment de toute culture, & affranchir les hommes de l'arrêt qui les condamne à devoir le pain, qui leur sert de nourriture, à leur peine & à leur travail; il n'est pas difficile de voir quel fonds on peut faire sur de pareille promesses : comme il s'est cependant trouvé quelques personnes assez crédules pour s'y fier, M. du Hamel a fait l'honneur à celles de ces pratiques qui sont venues à sa connoissance de les essayer, & il a trouvé, comme il s'y attendoit bien, qu'elles ne produisoient aucun effet.

Les semences étant bien préparées, il les faut jetter en terre dans la quantité convenable, & dans la saison & la température qui leur est propre; la saison de semer les blés est en automne, & on ne peut trop recommander aux Laboureurs de profiter des premiers temps convenables; le blé qui doit passer l'hiver en terre, a besoin d'une certaine force pour

y résister, & il pourroit bien en manquer, si les semences trop tardives ne lui avoient pas permis de l'acquérir avant les gelées, ils seroient d'ailleurs plus exposés aux maladies dont nous parlerons incessamment; on sème communément ici au commencement d'Octobre, & l'expérience a dicté à chaque province le temps de cette opération; il faut que dans le temps où l'on sème, la terre ait assez d'humidité pour faire lever le grain, mais qu'elle n'en ait pas assez pour le noyer & le pourrir; les semences du printemps se font ordinairement dans le mois d'Avril, c'est le temps où l'on sème l'orge, l'avoine, le blé de mars & les autres menus grains.

On sème communément à la main; le semeur prend le grain à poignées dans une espèce de tablier entortillé autour d'un de ses bras & attaché à son cou, & le répand avec mesure; cet ouvrage exige beaucoup d'adresse & d'habitude, & une très-grande intelligence; toutes les terres exigent une quantité précise de chaque semence, si on leur en donne moins, elles ne portent pas autant qu'elles peuvent porter, & si on leur donne trop, on affame les plantes. M. du

Hamel donne les moyens de déterminer cette quantité pour chaque terrein : les ſemailles étant faites, on les recouvre par le moyen de la herſe, eſpèce de rateau armé de longues dents de bois, qu'on fait traîner par des bêtes de ſomme; mais, quelque précaution qu'on prenne, il y a toujours beaucoup de grain à découvert ou peu enterré, qui ne germe pas ou devient la proie des oiſeaux; ces inconvéniens ont fait penſer qu'un inſtrument qui ſemeroit toujours le grain à la profondeur qu'on deſire, qui n'en ſemeroit que la quantité néceſſaire & qui le recouvriroit exactement, ſeroit une choſe très-utile; cet inſtrument eſt le ſemoir qui produit de lui-même, en le promenant dans les raies, tous les bons effets dont nous venons de parler, & dont M. du Hamel donne une deſcription bien détaillée.

Le blé une fois levé, demeure expoſé aux ravages qu'y cauſent les mauvaiſes herbes, les inſectes & les oiſeaux; on diminuera beaucoup celui des premières, ſi on a ſoin de retourner les guérets de bonne heure, & auſſitôt que les jachères commencent à verdir, les plantes alors n'ont encore produit ni fleurs ni graines, & on enſévelit avec elles

toute leur postérité ; il est vrai qu'en même temps on occasionne la germination d'autres graines ; mais un second labour fait à propos, détruira encore celles-ci, & il est de fait que plus on multiplie les labours dans les jachères, & moins le blé est infecté de plantes étrangères : on prend encore la précaution de sarcler les blés au printemps, pour achever de détruire celles qui auroient pu échapper aux labours ou y pousser depuis ; ce n'est pas qu'avec toutes les attentions possibles on doive se flatter de les voir toutes détruites, il se trouve des graines qui peuvent se conserver en terre un espace de temps surprenant : les expériences de M. du Hamel lui ont constaté cette vérité ; mais il y en aura toujours beaucoup moins que si on n'avoit pris aucune précaution, & ce peu ne sera pas capable de causer beaucoup de dommage. Les oiseaux sont encore des ennemis que les blés ont à craindre : les corneilles savent punir de leur négligence les riverains des forêts dont les blés ne sont pas levés & assez forts avant qu'elles arrivent ; elles arrachent le grain qui est dans la terre ; les pigeons y causent aussi quelque dommage, qui n'est, pour ainsi

dire, que momentané : mais les ennemis les plus redoutables pour le blé, ſont les moineaux, ils ont quelquefois mangé le tiers ou la moitié de la récolte dans les pièces détachées ; le remède eſt de leur tendre des piéges, de leur faire une guerre continuelle, & de les effrayer même en les tirant dans les endroits où cela eſt permis ; on en a tué en un ſeul été plus de cinq cents dans un médiocre clos où ils auroient tout dévoré ſans cette précaution ; à l'égard des inſectes, il eſt preſque toujours très-difficile de les détruire, & s'il eſt poſſible d'y parvenir, ce n'eſt qu'avec une conſtante aſſiduité à obſerver la nature &, pour ainſi dire, la marche de ceux qu'on peut avoir à combattre.

Les végétaux ne ſont pas plus exempts que les animaux de maladies capables de déranger ou même de détruire leur organiſation ; c'eſt à l'examen de celles qui peuvent attaquer le blé qu'eſt deſtiné le troiſième livre des Élémens d'agriculture ; ces maladies ſont la nielle, le charbon, l'ergot, le grain coulé, le grain retrait, le grain rouillé, le grain avorté & enfin le blé ſtérile, auxquelles M. du Hamel joint le blé verſé, accident qui, malheureuſement, n'eſt que trop commun & qui vaut bien une maladie.

La *nielle* eſt ſouvent confondue avec le *charbon*, mais elle en diffère en bien des points, & ſur-tout dans les deux ſuivans ; les épis niellés ne contiennent point de grain, au lieu que ceux qui ſont charbonnés en contiennent ; mais ce grain eſt totalement vicié, & la pouſſière qu'il rend lorſqu'on bat le blé, a la mauvaiſe propriété de s'attacher aux grains ſains, & de leur communiquer celle de produire des blés attaqués de la même maladie ; la cauſe de ces deux maladies eſt encore aſſez peu connue : on a trouvé cependant des remèdes contre la maladie du charbon ; les expériences de Mrs Tillet & Aymen ont appris que le lait de chaux joint à une leſſive aſſez forte dans laquelle on trempe le blé de ſemence, qu'on fera toujours bien de choiſir le plus exempt de noir qu'il ſera poſſible, préſerve le grain de cette maladie, dont très-peu de pieds ſont attaqués dans les champs ſemés de cette manière.

L'*ergot* eſt une eſpèce de maladie qui attaque très-ſouvent le ſeigle & plus rarement le froment ; les grains viciés de cette manière deviennent plus gros & plus longs que les grains ſains, & ſe trouvent plus ou moins courbés ; ils ſont

bruns ou noirâtres, & leur ſurface eſt raboteuſe; ils contiennent au milieu un peu de farine blanche enveloppée d'une autre farine rouſſe ou brune; cette farine eſt âcre, & elle a la funeſte propriété de faire tomber les membres de ceux qui en mangent dans leur pain; elle occaſionne une gangrène sèche. On a vu dans l'hôpital d'Orléans pluſieurs habitans de la Sologne, n'ayant plus que le tronc, & attendant, en cet état, une mort inévitable. Ce malheur eſt facile à éviter dans les années où la récolte eſt bonne, parce qu'il eſt très-aiſé de ſéparer l'ergot du bon grain avec le crible; mais dans les années de diſette, les habitans diminueroient trop la quantité de leur grain, & ils aiment mieux s'expoſer au riſque de la gangrène, que de mourir ſûrement de faim. Ne ſeroit-ce pas en pareille occaſion une dépenſe utile que de leur donner autant de bons grains qu'ils auroient ſéparé d'ergot du leur? on conſerveroit la vie, par ce moyen, à un grand nombre de malheureux. Si les Rois ſont, par état, les pères de leurs Peuples, pourroient-ils regarder comme une dépenſe onéreuſe le moyen de préſerver leurs enfans de la mort?

La *rouille* eſt une maladie qui attaque

toute la plante du blé; les feuilles & les tiges paroissent couvertes d'une poussière couleur de rouille de fer & très-peu adhérente; on n'éprouve guère cette maladie que dans les années où le printemps a été humide, & qu'ensuite de plusieurs jours secs & sans rosée le soleil se montre après un brouillard sec; cette maladie est très-fâcheuse, elle peut réduire à rien les plus beaux fromens; mais on n'en connoît ni la cause ni le remède: comme elle consiste principalement en une poussière qui se trouve sur la plante du blé ou de l'herbe, car elle attaque aussi les foins, il pourroit se faire que les animaux qui mangent ce fourrage en fussent incommodés. M. du Hamel propose d'en faire l'expérience, en nourrissant quelques bestiaux uniquement de paille & de foin rouillé pour supprimer absolument cette nourriture, si elle est nuisible, ou pouvoir l'employer sans inquiétude, si elle ne l'est pas.

On appelle *blé coulé* celui dont les épis, au lieu d'être bien remplis de bons grains, en sont absolument dénués à la pointe ou n'en contiennent que de mauvais dénués de farine, & qui s'échappent par le crible avec la poussière; cet

accident eſt cauſé par tout ce qui peut déranger la végétation & affoiblir les plantes; les blés qui ſe trouvent dans de bonnes terres bien façonnées, y ſont bien moins ſujets que les autres.

Le *blé retrait* ou *échaudé* eſt celui qui, au lieu d'avoir ſa ſurface unie & d'être bien rempli de farine, ſe trouve ridé extérieurement : cet accident ne fait que diminuer la quantité de la farine ; il n'altère point la qualité du grain, & on peut l'employer en ſemence, où il réuſſit auſſi bien que d'autre ; il arrive, lorſque les blés ont été verſés encore en lait, la paille ou rompue ou ſimplement pliée, ne fournit plus aſſez de nourriture au grain qui mûrit ſans s'être ſuffiſamment rempli ; les grandes chaleurs, qui accélèrent trop la maturité du blé, peuvent auſſi produire le même effet ; le blé doit être peſant, uni à ſa ſurface, & d'un jaune clair & brillant ; ſi cette ſurface eſt d'un blanc mat, on dit qu'il eſt glacé ; ce défaut vient des grandes chaleurs, qui ont accéléré la maturité du grain, lorſque ſa farine étoit preſque formée. M. du Hamel ne connoît d'autre défaut au grain glacé, ſinon que ſa farine boit peut-être un peu moins d'eau que d'autre lorſqu'on la pêtrit.

Le *blé avorté* n'eſt heureuſement pas fort commun ; la plante, dans cette maladie, devient véritablement rachitique comme les enfans qu'on nomme *noués* ; elle eſt toute contournée & croît moins que les autres ; elle ne produit que des grains monſtrueux, cornus, ſemblables à des pois, &c. on n'en connoît ni la cauſe ni le remède.

Il arrive dans quelques provinces, que les blés ſont attaqués d'une autre eſpèce de maladie qu'on nomme *ſtérilité* ; la plante de ces blés ſtériles eſt forte & vigoureuſe ; mais les organes femelles de la fleur ſont preſque détruits, en ſorte que la fécondation ne pouvant ſe faire, le grain avorte abſolument. M. Aymen attribue cet accident ou à la trop grande quantité de sève qui ſe porte à la plante & affame l'épi, ou à des gelées ſurvenues dans le temps du développement de l'épi, qui ont attaqué les organes femelles de la fleur apparemment plus délicats.

Les meilleurs blés ſont encore ſujets à un accident qui ſouvent fait évanouir les eſpérances les mieux fondées du Laboureur ; ils ſont ce qu'on appelle *verſés* ou *couchés* par la pluie & le vent ; s'ils n'ont fait que plier, le mal n'eſt pas grand, ils ſe relèvent d'eux-mêmes ; mais

ſi au contraire la paille eſt caſſée ou forcée par le pied, alors ils ne ſe relèvent plus. Les blés verſés peuvent mûrir, ſi cet accident leur arrive aux environs de la moiſſon & que la pluie ne continue pas; mais s'ils ſont couchés long-temps avant la récolte ou que la pluie continue, ils ſont bientôt recouverts par l'herbe; la paille pourrit, le grain germe, & on eſt obligé de les couper pour ſervir de nourriture aux beſtiaux : cet accident arrive plus ſouvent aux blés bien travaillés qu'aux autres, parce que leur paille étant plus haute & leur épi plus peſant, ils donnent plus de priſe à la tempête; mais comme il dépend de cauſes qui ne ſont point au pouvoir des hommes, on ne connoît juſqu'ici aucun moyen de le prévenir.

Lorſque les blés ont échappé à tous les accidens dont nous venons de parler & qu'ils ſont parvenus à leur maturité, il n'eſt plus queſtion que de les recueillir & de les ſerrer : c'eſt cette récolte qui fait le ſujet du quatrième Livre de M. du Hamel.

La première attention qu'on doit avoir, eſt de bien ſaiſir le point de maturité du grain; s'il eſt trop verd, il devient retrait dans le tas; s'il eſt trop

mûr, il s'égrène : heureusement toutes les pièces d'une même ferme ne mûrissent pas toutes à la fois, & un bon Laboureur commence toujours par les plus pressées. On coupe communément le blé avec une faucille, au lieu qu'on fauche l'orge & l'avoine ; on se sert cependant de la faux pour le blé dans certaines provinces, mais il faut que la lame en soit plus petite & montée sur un manche auquel il y ait une baguette ployée en arc, pour jetter le blé coupé sur celui qui reste debout & l'empêcher de s'éparpiller : cette méthode peut être pratiquée avec succès ; on ne doit pas craindre qu'elle fasse plus égréner le blé que la méthode ordinaire, & elle est beaucoup plus expéditive : avantage immense si on considère qu'il ne faut souvent qu'un orage, survenu pendant la moisson, pour tout gâter, & que par conséquent les momens y sont bien précieux. Un autre avantage de cette méthode, est qu'on emploieroit par ce moyen à ramasser le grain coupé derrière le Faucheur, une grande quantité de femmes infirmes, d'enfans, &c. qui demeurent inutiles dans la méthode ordinaire, ce qui empêcheroit le désœuvrement & la mendicité qui en est une suite.

La paille des blés ainsi coupés est plus longue, l'herbe se reproduit plus vîte dans les champs fauchés que dans les autres, & le bétail qu'on y met paître y trouve une pâture bien plus aisée, n'ayant pas les naseaux piqués continuellement par le long chaume qu'y laisse la faucille.

Les grains étant une fois coupés, il ne reste plus qu'à les tirer de leur épi, les nétoyer & en serrer la paille. Dans les provinces méridionales du Royaume, on ne serre jamais le blé dans son épi, on l'en tire aussitôt qu'il est coupé : dans quelques-unes on le fait fouler aux pieds des bestiaux, puis on sépare la paille hachée qui en provient, & qu'on transporte dans les magasins qui lui sont destinés, du grain qui est porté dans les greniers. Dans d'autres pays, où l'on veut conserver la paille, on bat le grain avec des fléaux, &, après l'avoir vanné, on le porte au grenier, & la paille dans la grange après l'avoir bottelée.

L'une & l'autre de ces opérations se faisant en plein air, il faut être assuré d'une sérénité de temps très-constante, qu'on ne peut se promettre dans la partie septentrionale du Royaume. On y serre donc dans les granges les gerbes toutes chargées de grain, pour les battre

ensuite à couvert & à mesure qu'on en a besoin; cet ouvrage dure communément tout l'hiver, & ne finit même souvent qu'au milieu de l'été. On a proposé depuis peu des machines pour abréger cette opération; & il seroit d'autant plus à souhaiter que l'usage s'en établît, que le travail des batteurs en grange est non-seulement pénible, mais si dangereux pour eux, à cause de la poussière qui sort du blé, que la plupart périssent de maladies de poitrine ou deviennent asthmatiques. Le blé une fois égréné, est passé par des cribles, dont les trous ont différentes figures & différentes grosseurs, pour en séparer les pailles ou épis rompus, dont on fourre des bottes de paille, qu'on appelle *grosses* & qu'on donne aux chevaux, & pour en ôter les petits grains & les graines étrangères qui s'y trouvent mêlées; & c'est une chose singulière que l'adresse avec laquelle on a su trouver le moyen de percer des cribles de manière qu'ils séparent à volonté telle ou telle espèce de graine. Le blé nettoyé de cette manière, reçoit encore une préparation; on le vanne, c'est-à-dire qu'on le secoue & qu'on le retourne dans un grand panier d'osier, qui a à peu près la figure

d'une grande coquille plate, afin d'en séparer la poussière, les barbes & tout ce qui auroit pu échapper aux différens cribles par lesquels on l'a passé. Ces matières plus légères viennent nécessairement au-dessus du grain, & on les en sépare en les balayant avec une plume.

On sépare ensuite le blé de différente qualité, & cette opération se fait encore par le moyen des cribles, dont les trous sont disposés pour cet effet ; c'est la dernière préparation qu'on donne au grain avant que de serrer & de le mettre en état d'être conservé ; & cette conservation fait le sujet du cinquième Livre.

Lorsqu'une année a été pluvieuse & la saison de la moisson sèche, alors les grains sont aisés à conserver ; mais lorsque l'année a été humide & la moisson pluvieuse, il faut multiplier les attentions pour éviter de perdre ces grains, & on doit même s'en défaire le plutôt qu'il est possible, parce qu'ils sont extrêmement sujets à fermenter, à cause de l'humidité surabondante qu'ils contiennent, & encore parce que ces blés sont extrêmement sujets à être endommagés par les insectes, destructeurs des grains, qui en sont très-friands.

Les greniers à blé sont ordinairement

de longues galeries bien carrelées, ouvertes, autant qu'il se peut, par des fenêtres opposées les unes aux autres, & garnies non-seulement de volets, mais encore de treillis de fil de fer assez serrés pour fermer le passage aux oiseaux : on y arrange le blé sur le plancher, qui doit être bien carrelé, & on en fait un tas de dix-huit pouces de hauteur sur presque toute la longueur du grenier, observant seulement de laisser tout autour un passage de trois pieds & un espace vuide de dix à douze pieds vers l'entrée, pour donner le moyen de changer le grain de place ; ce qu'on doit faire très-fréquemment, sur-tout les premiers mois, si on veut empêcher qu'il ne s'échauffe. On place ordinairement les greniers à blé au haut des bâtimens pour procurer à ce grain plus de sécheresse, mais aussi la chaleur y est favorable aux insectes destructeurs, & les tuiles leur offrent des asyles qui empêchent qu'on ne puisse les détruire ; d'un autre côté l'humidité des rez-de-chaussée seroit funeste au blé, & M. du Hamel pense, avec raison, qu'il sera toujours bien placé dans un lieu frais & sec.

Le blé une fois déposé dans les greniers,

doit être remué fréquemment, non-ſeulement pour éviter qu'il ne s'échauffe, mais encore pour incommoder & détruire les inſectes qui s'y logent pour en manger la ſubſtance; les plus incommodes de tous, du moins en ce pays, ſont les charanſons. On a donné pluſieurs recettes pour les détruire ou les chaſſer, mais M. du Hamel n'en a juſqu'ici trouvé aucune qui ſoit ſuffiſante; il en eſt demeuré à éventer le blé fréquemment, en le remuant à la pelle & à le paſſer par des cribles de fil de fér à tambour: ces animaux, que le mouvement inquiete, ne manquent pas de retirer leurs pattes, & dans cet état, devenus plus petits qu'un grain de blé, ils paſſent à travers le crible & tombent dans un vaiſſeau de cuivre avec les épluchures; & comme ils ne peuvent gravir contre les parois, on les y trouve & on a ſoin de les détruire.

Il eſt cependant un moyen ſûr de s'en défaire, c'eſt de faire paſſer le blé à l'étuve & de lui faire éprouver pendant pluſieurs heures une chaleur de 90 ou 100 degrés du thermomètre de M. de Reaumur: on peut opérer le même effet, au moyen d'un four dans lequel on le paſſera partie par partie. La même

opération détruit auſſi les fauſſes teignes & tous les inſectes qui attaquent le blé.

La conſervation des grains dans les greniers ordinaires, eſt toujours diſpendieuſe : pour y remédier, M. du Hamel propoſe de ſe ſervir des greniers de ſon invention, qui conſiſtent en des coffres de bois, dans leſquels on enferme le blé & dans leſquels on peut l'éventer ſans le remuer, bien entendu cependant qu'il ait été paſſé à l'étuve, dont il donne auſſi la deſcription ; mais comme l'Académie a déjà rendu compte de ces inventions, d'après M. du Hamel même, tant dans ſon Hiſtoire de 1745 (1) que dans celle de 1753 (2), nous prions le Lecteur de vouloir bien y recourir.

Nous dirons la même choſe de la nouvelle culture ſuivant les principes de M. Tull, qui fait l'objet des ſix & ſeptième Livres de M. du Hamel ; nous avons dit par avance ce que nous en pourrions dire ici, en rendant compte dans l'Hiſtoire de 1750 (3) de ſon Traité de la culture des terres.

---

(1) *Voyez l'Hiſtoire 1745.*
(2) Idem. *1753.*
(3) Idem. *1750.*

Le froment ordinaire n'eſt pas le ſeul grain qu'on cultive en grand, il y en a encore pluſieurs autres dont la culture peut être utile, & ils font le ſujet du huitième Livre : le premier eſt le blé qu'on nomme de *Mars*, parce qu'il ne ſe sème qu'au Printemps avec les grains qu'on nomme *mars* : quoiqu'on le récolte dans le même temps que l'autre blé, il devient une reſſource dans pluſieurs circonſtances, comme lorſque la ſaiſon n'a pas permis de faire toutes les ſemences d'hiver : ſi quelque partie de ces ſemences a péri pendant l'hiver, ou a été dévorée par le gibier, ou enfin ſi les terreins ſont aſſez humides pour qu'on ne puiſſe leur confier les ſemences que quand les pluies d'hiver ſont ceſſées ; dans tous ces cas on eſt très-heureux de trouver dans le blé de Mars un dédommagement de la perte qu'on a eſſuyée. On sème encore quelquefois, mais en automne & en même temps que les autres blés, ce qu'on nomme *blé de miracle*, *d'abondance* ou de *providence* ; il exige une terre bien fumée & bien préparée, & rend beaucoup, mais il ne peut réuſſir par-tout. Le grain, connu ſous le nom de *ſeigle*, eſt moins délicat, il s'accommode très-bien des terres les plus

plus légères ; il y en a de deux espèces, l'une qui se sème en automne & l'autre qui se sème au printemps ; il n'est sujet ni à la nielle ni au charbon, mais il est souvent ergotté. Souvent on sème dans les terres médiocres moitié froment & moitié seigle, & on nomme ce mêlange *méteil* ; il exige les mêmes labours que le froment. L'épautre est une espèce de grain qui tient le milieu entre l'orge & le froment ; la farine en est assez belle, mais le son très-gros ; le pain qu'on en fait a bon goût, mais n'est pas aussi délicat que celui de froment. La culture de ce grain est la même que celle du froment, si ce n'est qu'il le faut semer plus tôt, quoiqu'il ne se récolte que plus tard. On cultive de trois sortes d'orge : l'orge carrée, dont les épis ont effectivement cette forme, & qu'on nomme aussi *escourgeon*, se sème en même temps que le froment, & même un peu avant ; ce sont les orges d'hiver : l'orge ordinaire, & celle qu'on nomme *ris d'Allemagne*, parce que les grains en sont blancs, se sèment au printemps avec les mars ; ce grain mêlé avec un peu de froment, fait de très-bon pain ; on en fait un gruau qui, préparé avec le lait, est une très-bonne nourriture ; enfin on l'emploie à

la nourriture du bétail & de la volaille: il fatigue les terres plus qu'aucun autre, & exige qu'elles soient bien amendées & bien fumées. On connoît dans ce pays deux sortes d'avoine qu'on cultive, l'avoine d'hiver, qui se sème en même temps que les fromens, elle vient ordinairement plus belle & rend plus que l'avoine ordinaire ; cependant les Fermiers en sèment peu, parce qu'ils ont ordinairement assez d'embarras pour les semailles du blé, qu'ils ne se soucient pas de se charger encore en même temps de celles de l'avoine: celle qu'on cultive ordinairement, est l'avoine printannière; elle se sème ordinairement au mois d'Avril sur un seul labour : on en emploie dix boisseaux par arpent & quelquefois plus : quand elles sont venues à la hauteur de quatre pouces, on passe dessus un rouleau de bois pesant qui casse les mottes & unit le terrein, en ôtant les bosses qui empêcheroient de faucher; on a soin d'en arracher, autant qu'il se peut, les mauvaises herbes, & elle n'exige plus d'autre soin jusqu'à la moisson.

On fauche les avoines avec une faux garnie d'une espèce de panier, composé de trois crochets de bois joints par une

traverſe, mais on eſt dans la coutume de les faucher avant leur entière maturité, & de laiſſer les javelles ſe mûrir & ſe renfler ſur le champ, ce qu'on nomme *javeller*. M. du Hamel regarde cette méthode comme très-mauvaiſe; un particulier qu'il cite, ne la ſuit point: il attend pour couper ſes avoines qu'elles ſoient mûres, & il les fait tranſporter de ſuite à la grange; ſes avoines s'égrènent moins, pèſent un douzième de plus; ſes voiſins le voyent, en conviennent, achetent de lui, autant qu'ils peuvent, de quoi faire leurs ſemences, *& ne ſuivent pas ſon exemple*. On sème ordinairement de l'avoine de l'année; celle de deux ans peut cependant lever. M. du Hamel cite à ce ſujet l'expérience qui en a été faite; mais il recommande de faire toujours l'eſſai de l'avoine qu'on veut ſemer, en en ſemant quelques grains, pour s'aſſurer s'ils lèvent bien.

On cultive dans quelques provinces deux eſpèces de millet, le petit & le grand; l'un & l'autre ſe sèment en Mai, dans une terre douce, légère & bien amendée; on répand la ſemence un peu claire, & on la recouvre auſſitôt; ſi cependant la terre étoit sèche, il faudroit ſemer le ſoir & ne la recouvrir que le

matin, afin que l'humidité de la nuit la disposât à germer, on passe le rouleau dessus dès qu'elle est couverte, pour comprimer la terre; un mois après que le millet est levé, on en arrache plusieurs pieds pour qu'il se trouve entre chaque plante huit pouces, si c'est du petit millet, & plus si c'est du grand; on donne ensuite un labour léger autour de chaque pied, & il n'exige plus d'autre précaution jusqu'à la récolte, que d'en écarter les oiseaux qui en sont fort friands & qui en mangeroient plus de la moitié; on les chasse, soit en les tirant avec de la cendrée, soit en employant des épouvantails, soit enfin en les effrayant avec du bruit; on fait la récolte du millet en coupant les panicules ou épis près du dernier nœud; on les ramasse dans des paniers pour les porter ensuite dans le grenier, & six jours après on les bat au fléau; on crible & on vanne le grain, & on le met sécher au soleil, sans quoi il se gâteroit très-promptement. La farine du millet, mêlée avec celle de froment, fait d'assez bon pain; seule elle le rendroit pesant & indigeste; le grain, surtout celui qui est rouge ou noir, est excellent pour les volailles, on en prépare encore un mets assez semblable au

riz, en le dépouillant de ses enveloppes au moyen d'un mortier ou d'un moulin dont les meules ne soient pas assez serrées pour écraser le grain.

Le maïs, qu'on nomme aussi *blé de Turquie*, & en quelques endroits *blé d'Espagne*, se sème ou plutôt se plante au mois de Mai; on fait dans les sillons des petites fosses de dix-huit pouces en dix-huit pouces; on met dans chacune deux grains de maïs, & on les recouvre; lorsqu'il est levé, on arrache le plus foible des deux pieds qui sont venus dans chaque fosse, & on remet de nouvelle graine dans celles où les grains n'ont pas levé; on leur donne un premier labour à la mi-Juin & un à la fin de Juillet; vers la mi-Août on coupe les panicules des fleurs mâles aux pieds, dont les enveloppes de l'épi paroissent renflées; ces panicules sont une excellente nourriture pour les bœufs; on ôte quelque temps après toutes les feuilles des tiges, ce qui donne encore un excellent fourrage; vers le mois de Septembre, on cueille tous les épis, les uns les suspendent par bottes dans un grenier, d'autres les égrainent: le milieu de l'épi, qu'on nomme le *papeton*, & les tiges de la plante qu'on

coupe, se donnent aux bœufs; quelquefois on sème ce grain pour en faire du fourrage, alors on le sème fort épais après la récolte du lin & même de l'orge, & on le coupe en vert dans les mois d'Octobre & de Novembre; la farine de maïs donne un très-bon goût au pain, pourvu qu'elle n'y entre que pour un huitième, en plus grande quantité elle le rendroit pesant, parce que la pâte n'en lève pas bien. Le blé noir ou sarrasin est encore une des espèces dont on fait usage. En ce climat il s'accommode assez bien des terres sableuses & légères, qui ne conviendroient pas au froment; on le sème sur les terres destinées pour les mars; & alors c'est à-peu-près en même temps que ces derniers; on en sème aussi sur les terres qui ont porté des plantes, dont on fait la récolte de bonne heure, & comme il n'est sur terre qu'environ cent jours, on a encore le temps de le recueillir avant l'hiver; ce grain est très-bon pour les volailles, mais il feroit du pain noir, & qui s'émietteroit aisément; on en mange cependant en Anjou & dans quelques autres provinces par plaisir, & quoiqu'on y recueille de bon blé; mais on ne le mange que tout chaud.

Tous les grains dont nous venons de donner la culture à la manière ordinaire, sont susceptibles de la nouvelle culture de M. Tull, & elle y produira le même avantage qu'elle produit sur le froment.

Les grains ne sont pas le seul objet nécessaire de la culture des terres, les engrais qui leur sont nécessaires, les labours & mille autres besoins de l'homme, exigent qu'on pourvoie à la nourriture d'une grande quantité de bétail, qui se nourrit non-seulement de grain, mais encore des feuilles des herbes vertes ou sèches; il est donc nécessaire de leur en procurer, c'est à quoi sont destinées les prairies ou pâturages qui sont l'objet du dixième Livre de M. du Hamel.

Les pâturages ou prés sont en général de deux espèces, les *naturels* & les *artificiels*. On nomme *naturels* ceux qui, sans culture, produisent différentes herbes, comme les prés bas & les prés hauts. Les premiers deviennent marais, & ne produisent que de mauvaises herbes, si l'eau y séjourne trop long-temps; mais si elle ne fait que des inondations passagères, ils produisent de bonne herbe moins fine, à la vérité, que celle

des prés hauts, mais qui sert de ressource dans les années sèches ; on les améliore par des saignées qui en retirent les eaux superflues, par des terres qu'on y fait répandre de temps en temps, & en y semant des graines de bonnes herbes ; les fumiers y seroient inutiles, parce qu'ils seroient emportés par les inondations.

On peut absolument mettre dans la classe des prés hauts tous les terreins, comme pâtis, friches, landes, qui produisent de l'herbe grande ou menue ; mais on restreint ordinairement cette dénomination à ceux que l'art a, pour ainsi dire, forcés à donner de bonne herbe & en quantité suffisante. Pour convertir une friche en pré, on doit choisir un bon fond de terre un peu fraîche en dessous, on l'écobue, on en brûle les gazons pour en répandre la cendre, on lui donne plusieurs labours, & on y sème d'abord du seigle, puis de l'avoine, qui dédommagent de la façon, & la dernière année on sème avec de l'avoine de la graine de trèfle. On se procurera un grand avantage, si on peut former un terrein plus haut que le pré des amas d'eaux, qu'on puisse y dériver dans le temps des sécheresses. Pour bien con-

ferver les prés hauts, on doit les bien fermer de fossés, pour empêcher que le bétail n'y entre & qu'il ne s'y fasse des chemins; il faut en ôter soigneusement les pierres & en rabattre les taupinières, afin que rien n'empêche la faux de couper l'herbe près de la terre, les engraisser tous les deux ou trois ans avec du fumier bien pourri, des curures de mares ou d'étangs, des cendres, de la suie, du fumier de pigeon; ces engrais, & sur-tout le dernier, en fortifiant la bonne herbe, font périr la mauvaise : on doit aussi soigneusement faire périr la mousse. La meilleure façon est peut-être de peigner les prés au printemps avec des rateaux de fer, qui aient les dents fortes & un peu longues; la mousse, qui ne tient que peu au terrein, s'enlève facilement sans faire le moindre tort à l'herbe, & on ôte en même temps les pailles de litière, que le fumier pourroit avoir laissées, & qui gâteroient le foin; enfin, on y doit jetter la balayure des greniers à foin, & même de temps en temps un peu de graine de trèfle.

On fauche communément le foin à la fin de Juin ou au commencement de Juillet; mais comme ce travail touche de près à celui de la moisson, on doit, si

la ſaiſon eſt belle, l'avancer les plus qu'il ſera poſſible, & que la maturité de l'herbe le permettra. Le foin une fois coupé, doit être fréquemment tourné & retourné avec des fourches, ce qu'on appelle *faner*, afin que l'herbe reçoive mieux la chaleur du ſoleil & ſe deſsèche plus promptement; s'il ſurvient de la pluie, on la raſſemble en tas, qu'on appelle *veillottes*, & lorſque le foin eſt fait, on en fait des amas plus conſidérables, qui ont la forme d'un conoïde parabolique qu'on nomme *meules*; en cet état il peut ſe conſerver long-temps, la pluie n'attaquant que le deſſus à une très-petite épaiſſeur, alors on n'a plus qu'à le botteler ou à le tranſporter ſans être bottelé dans les greniers où on le garde.

On forme les *prés artificiels* en ſemant dans des terres bien labourées, certaines plantes vigoureuſes, annuelles ou vivaces, qui produiſent beaucoup d'herbe dont le bétail ſe puiſſe accommoder; les annuelles ſont le blé de Turquie, le ſeigle, l'eſcourgeon ou orge carrée, la ſpergule, la veſce, les pois de brebis, &c. Nous ne dirons rien ici de la culture des trois premiers dont nous avons parlé à l'article des grains; la ſpergule ne ſe

sème guère à la fin de Juillet, sur les terres qui ont porté du blé, auxquelles on donne un labour, & quand elle est élevée à une certaine hauteur, on l'arrache pour la donner au bétail, ou on la leur fait paître sur pied.

La vesce se sème sur les terres destinées aux mars & dans la même saison qu'eux; on doit avoir soin d'épierrer le champ, & d'en casser les mottes avec un rouleau, afin que la faux puisse couper le fourrage tout près de la terre; si on la veut faire manger au bétail, on la fauche dès que la graine est formée & avant qu'elle soit mûre; mais si on veut en recueillir la graine pour nourrir les pigeons ou pour mêler avec l'avoine des chevaux, on attend qu'elle soit mûre, mais alors le fourrage perd la plus grande partie de son prix; quelquefois on la sème mêlée avec de l'avoine, pour la couper en verd & la faire manger aux bœufs. Le fourrage de vesce qu'on veut garder, doit être fané & serré bien sec: la culture du bois de brebis est absolument la même que celle de la vesce: les féves de cheval ou féveroles, se sèment au printemps, & on les recueille quand elles sont mûres: les chevaux sont très-friands de ce grain, mais le fourrage

n'en vaut rien ; on le brûle ou on le jette sur le fumier. On peut mettre encore au nombre des prés artificiels les herbes que sèment quelques Fermiers sur les terres qui vont entrer en jachère, pour donner aux brebis & aux agneaux de la pâture d'hiver, & les choux qu'on élève dans quelques provinces, pour en manger les pommes ou les feuilles tendres & donner le reste aux bestiaux.

Les plantes vivaces qu'on cultive pour en former des prés artificiels, sont la luzerne, le sainfoin, le trèfle, certaines espèces de gramen & de chiendent & l'ajonc ou jonc marin. La luzerne, nommée aussi par quelques auteurs, *foin de Bourgogne*, se plaît dans des terreins gras, légers & qui ont beaucoup de fond ; les terres sèches & arides & la glaise ne lui conviennent point ; on doit sur-tout éviter de la placer dans les endroits où l'eau séjourne, elle y périroit infailliblement : on la sème en Mars mêlée avec moitié d'avoine dans une terre bien labourée, & on l'enterre avec la herse. Quand l'avoine est mûre, on fauche le tout ; la luzerne qui est vivace repousse bientôt & prend le dessus. Il ne faut jamais faire paître les luzernes, elles doivent toujours être coupées avec la

faux; on en fait dans ces climats trois & quelquefois quatre récoltes, mais dans les provinces méridionales on en fait jusqu'à six; elles sont en pleine force dès leur troisième année. Le foin de luzerne est difficile à sécher & craint beaucoup d'être mouillé: quand on le met en meule, on a soin de placer au milieu quelques fagots debout, qui facilitent la communication de l'air; & quand on l'engrange, on doit le mettre lits par lits avec de la paille; cette paille y contracte un parfum qui fait que les chevaux la mangent avec un très-grand appétit: ce fourrage ne se tasse pas assez pour pouvoir, comme le foin ordinaire, rester long-temps en meule. Comme la luzerne craint extrêmement le voisinage de toute autre herbe, c'est peut-être une des plantes qui gagne le plus à la nouvelle culture, qui les détruit infailliblement par ses labours & donne la facilité d'arracher celles qui auroient pu leur échapper.

Les sainfoin fournit un peu moins de fourrage que la luzerne; il ne se fauche que deux fois l'année, on le sème & on le cultive comme cette dernière; on le fauche plutôt ou plus tard, suivant l'usage auquel on le destine; si on veut

le donner aux bêtes à laine, on le coupe quand il entre en fleur ; si on l'emploie pour les bœufs, on le fauchera quand les premières fleurs viendront à se passer ; si c'est aux chevaux qu'on le destine, on attend que la semence soit en partie formée, parce qu'ils aiment à la rencontrer sous la dent ; enfin si on en veut ramasser la graine, on attend à le faucher qu'elle soit mûre, & on fauche avant que la rosée soit dissipée, afin que la graine ne se perde pas ; il est bien plus aisé à faner que la luzerne. Deux boisseaux de graines de sainfoin nourrissent autant les chevaux que trois d'avoine ; cette graine doit être étendue mince dans les greniers & fréquemment remuée si on veut éviter qu'elle ne s'échauffe.

Le trèfle qu'on sème ordinairement, est le trèfle à fleurs rouges ; il demande une terre douce, grasse & un peu humide ; il se sème comme de la luzerne, on le coupe ordinairement deux fois, & quelquefois trois ; il est très-difficile à faner, & pour peu qu'il soit mouillé, il perd beaucoup de sa qualité. Ce fourrage, verd ou sec, est excellent pour tous les bestiaux, mais on ne le doit donner qu'avec mesure, parce qu'il les

nourriroit trop : cette plante eſt moins vivace que la luzerne & le ſainfoin, & elle doit par conſéquent être renouvellée plus ſouvent.

On cultive en Angleterre pluſieurs eſpèces de chiendent & de gramen pour en faire des prés artificiels : on peut adopter cette culture, mais il faut bien prendre garde de ne pas placer ces prés dans des terres qu'on veuille enſuite remettre en blé, on auroit trop de peine à les détruire.

On cultive dans quelques endroits l'ajonc, jonc marin ou genêt épineux ; cette plante vient dans tous les terreins, mais bien plus forte dans les bonnes terres ; les chevaux & les autres beſtiaux en ſont fort friands ; on en coupe les ſommités à l'entrée de l'hiver ; & pour rompre les épines, on les écraſe, ſoit ſous des meules à cidre, ſoit ſous des pilons, & on les donne en cet état aux animaux.

On peut mettre encore au rang des prairies artificielles les plantations de racines qu'on fait pour la nourriture du bétail, comme les pommes de terre, les topinambours, les navets, raves & raiforts, les carottes, &c.

La pomme de terre ſe plante dans

de petites fosses faites à trois pieds l'une de l'autre dans un champ bien labouré : on commence par mettre un peu de fumier au fond ; on met sur ce fumier une de ces pommes & on la recouvre sur le champ : cette pomme en pousse tout autour d'elle, & on en a vu qui en ont donné jusqu'à huit & neuf cents. On cultive aussi la pomme de terre sans fumier, en la plantant au mois de Février dans des rigoles & les couvrant ensuite, mais elles produisent moins de cette manière : on peut mettre les pommes de terre dans les pièces destinées à être mises en blé, elles n'épuisent point la terre, & les façons qu'on leur donne la préparent merveilleusement pour le blé. Les animaux mangent la pomme de terre crue ; on la fait cuire pour les hommes, on en tire une farine qui, mêlée avec un peu de froment, fait d'assez bon pain. La culture du topinambour est la même que celle des pommes de terre, le bétail s'en accommode assez bien ; on en apprête aussi pour les hommes, & quand il est bien accommodé, il approche assez, pour le goût, du cul d'artichaut.

Les navets, les raiforts & les raves sont souvent confondues : ce qu'on

nomme à Paris *raves* & *radis*, est du genre des raiforts, & les raves proprement dites & les navets ne constituent qu'un genre. Les raves ou navets qu'on cultive sont 1°. la turnip des Anglois ou la rabioule du Limosin : quoique destinée principalement au bétail, elle est très-bonne pour la cuisine ; & quoique fort grosse, elle est en même temps très-délicate : 2°. la grosse rave ou gros navet du Limosin.

Toutes ces plantes ont la même culture, il leur faut des terres légères & sablonneuses ; on les prépare par trois labours, le premier se fait avant l'hiver, le second après les gelées, & le troisième au mois de Juin, où on les sème : les labours doivent être profonds, mais il ne faut pas recouvrir la graine de plus d'un pouce. Lorsqu'ils sont levés, on doit en arracher les herbes & même une partie du plant, pour qu'il ne soit pas trop dru, & qu'il y ait au moins un pied d'intervalle entre chaque planche. Ces navets arrachés se donnent au bétail, qui s'en accommode au mieux : ces navets s'arrachent au mois d'Octobre & on les met dans un cellier pour les conserver. On sème encore de petits navets dans les chenevières & les linières

dans le temps où on les arrache; cette graine s'enterre d'elle-même & donne un peu avant l'hiver des petits navets bons pour la table.

Les productions de la terre, nécessaires à la nourriture de l'homme & du bétail, ne sont pas le seul objet de l'Agriculture, les Arts & les commodités de la vie ont aussi droit à ses travaux. Il n'est pas ici question des graines & des plantes délicates, qui sont l'objet d'une culture domestique ou des jardins, mais il se trouve beaucoup de plantes potagères & d'autres nécessaires aux Arts qui se cultivent en grand; elles sont le sujet des dixième & onzième Livres de M. du Hamel. Les choux & les différentes racines n'ont presqu'aucune différence de culture avec ceux dont nous avons parlé. Nous allons passer à d'autres plantes moins fréquemment cultivées dans les enclos, telles que le lin, le chanvre, la garence & le safran.

Le lin exige une terre douce, substantieuse & qui ne soit pas trop éloignée de l'eau; il peut cependant croître assez bien dans des terreins élevés, pourvu que la terre soit bien amendée & que l'année ne soit pas trop sèche.

La terre qu'on deſtine au lin doit être ameublie par pluſieurs labours ; c'eſt dans cette vue qu'on y ſème ou plante pendant dix-huit mois des plantes qui durent peu & qui obligent à labourer ſouvent, & pendant ce temps elle doit être abondamment fumée : l'année où on veut mettre le lin, on fumera dès le mois de Février, on enterrera le fumier, on caſſera les mottes, & on ſemera, avec cette précaution ; que ſi le ſol eſt humide, on mêlera avec la graine de la fiente de pigeon, & qu'on y pratiquera de trente en trente pieds des ſillons très-profonds pour l'égoutter.

La linette ou graine de lin ſe tire du Nord ; elle doit être groſſe, peſante, huileuſe & d'un brun-clair ; on s'aſſure de ſa qualité huileuſe en la faiſant brûler, & de ſa peſanteur en mettant quelques grains dans l'eau, pour voir s'ils vont à fond ; on en ſèmera auſſi quelques grains bien comptés ſur une couche, pour s'aſſurer s'ils lèvent tous ; on ſème cent quatre-vingts ou cent quatre-vingt-dix livres de graines dans l'arpent à vingt-deux pieds la perche ; on en ſème un peu moins quand on deſtine le lin à rapporter de la graine : on n'eſt pas d'accord ſur le temps de recueillir le

lin ; les uns prétendent qu'en l'arrachant un peu verd, il donne une plus belle filasse, & ils veulent qu'en l'arrachant on sépare avec soin les pieds qui n'ont pas produit de semence de ceux qui en ont donné. Sans entrer dans la question, M. du Hamel juge ce triage avantageux, parce que le lin verd se rouissant plus aisément que celui qui est mûr, il arriveroit, s'ils étoient mêlés, qu'il se trouveroit nécessairement des brins pourris, ou d'autres qui ne seroient pas assez rouis ; dès que le lin est arraché, on le lie poignée à poignée par le petit bout, & on les fait sécher en les mettant debout les unes contre les autres ; aussitôt qu'il est sec, on l'égruge, c'est-à-dire qu'on en sépare la graine, en peignant pour ainsi dire chaque poignée avec les dents d'un rateau fin & serré, fixé verticalement sur un banc, les graines se détachent & tombent dans un drap sur lequel le banc est posé : si quelqu'une a échappé à l'égrugeoir, les coups de fléau qu'on donne aux poignées qui en sortent les font détacher ; on ramasse cette graine, on la vanne, on la crible, & la plus belle étant réservée pour la semence, on porte le reste au moulin pour en faire de l'huile. La graine

étant séparée du lin, on le porte au routoir, qui doit être une eau presque dormante, mais qui pourtant se renouvelle peu à peu; on le couvre de paille ou de fougère & de claies chargées de pierres, & on l'y laisse jusqu'à ce que la partie ligneuse soit assez altérée pour rompre aisément & sans plier; alors on le retire, on ouvre les poignées en éventail; on les fait sécher & on les porte dans les granges. Lorsque le lin est séché, au sortir du routoir, il ne s'agit plus que de séparer de l'écorce, qui doit se convertir en filasse, la partie ligneuse déja attaquée par le commencement de pourriture qu'elle a essuyée au routoir: on fait pour cela trois opérations; on hâle le lin, c'est-à-dire qu'on le dessèche sur des claies, au-dessous desquelles on fait un feu de chenevottes; opération qui doit être conduite avec une grande prudence si on veut éviter le danger du feu, ou bien on l'arrange dans un four médiocrement chaud, où il ne reste point de feu; & pendant qu'il est encore chaud, on le broye, à l'aide d'une machine qu'on nomme *broye*, & en quelques provinces *maque*; elle est composée de deux pièces de bois refendues, de manière que ce qui est réservé de

l'une & qui est terminé par un tranchant mousse, entre dans le vuide de l'autre; elles sont jointes par un bout avec un clou ou cheville qui permet à la pièce supérieure de se mouvoir en levier de la seconde espèce, ou comme le couteau des Boulangers : cette pièce porte à son autre extrémité une poignée, & la pièce inférieure a quatre pieds qui l'élèvent à environ deux pieds six pouces de terre : c'est en serrant les poignées de lin entre ces espèces de mâchoires, qu'on parvient à briser & à séparer la partie ligneuse sans rompre l'écorce qui est flexible; & si quelque partie échappe à l'action de la broie, on la fait tomber en mettant les poignées sur l'extrémité d'une planche un peu creuse, & frappant la partie qui pend avec le tranchant mousse d'une palette de bois, qu'on nomme *espade;* ce qui a fait donner à cette opération le nom d'*espader*. On affine encore le lin en le frottant contre des corps qui aient des arêtes mousses, & enfin en le peignant sur des serans, qui ne sont autre chose que des planches garnies de pointes de fer plus ou moins fines & plus ou moins serrées, suivant qu'on veut avoir de la filasse plus ou moins parfaite : on n'est pas

communément persuadé qu'elle exige tant d'opérations pour être réduite en cet état. Ce que nous venons de dire du lin doit aussi s'étendre du chanvre, qui exige presque la même culture & les mêmes préparations : la graine du chanvre ou chenevis sert non-seulement à semer les chenevières, mais encore à faire de l'huile comme celle de lin, & de plus à nourrir les volailles.

L'espèce de chardon, qu'on nomme *chardon à foulon* ou à *lainer*, est encore une plante qui peut se cultiver utilement ; ses têtes armées de piquans forts & crochus, servent à retirer le poil des étoffes de laine, pour le feutrer après en les foulant, & rendre par-là leur superficie plus unie, plus douce & plus chaude.

Le chardon à foulon exige une terre crayonneuse, bien exposée & sur-tout sans aucun abri & en plein air ; en terrein bas il multiplie plus, mais il est de moins bonne qualité, il aime sur-tout les terres neuves. La préparation du terrein destiné au chardon varie suivant la nature de ce terrein ; en général, on lui donne un labour avant l'hiver & on répand le fumier dessus ; on donne un second labour au printemps, & on

ſème ſur ce ſecond labour la graine de chardon par pincées ; quelques-uns le ſèment avec le ſeigle, & alors ils croiſſent & paſſent l'hiver enſemble, en ce cas ils paſſent preſque deux ans en terre. On doit ſoigneuſement ſarcler le chardon dès qu'il a pris quelqu'accroiſſement ; on en arrache où il eſt trop épais & on en repique aux places vuides ; on lui donne de petits labours de temps en temps, & on doit être ſur-tout attentif à le préſerver d'une plante paraſite, qu'on nomme *le gras* & qui eſt une eſpèce d'orobanche ; elle vit ſur ſa racine & l'épuiſe. Le chardon ſemé en Septembre eſt ordinairement mûr à la fin du ſecond printemps ; on reconnoît cette maturité à ce que ſes têtes commencent à blanchir ou à ſécher ; on les coupe avec une queue d'environ un pied de long à meſure qu'elles mûriſſent, & on les lie en bottes pour les porter au grenier, où on doit les conſerver : la graine eſt mûre dès que les têtes ſont ſèches, & on l'en retire en les ſecouant ; on en ramaſſe même ſouvent dans les greniers aſſez de celle qui eſt tombée d'elle-même pour en faire les ſemences.

La gaude, le paſtel & la garence, ſont encore trois plantes propres à la teinture,

teinture, & que l'on cultive en grand : on emploie toute la plante de la gaude, la feuille du paſtel & la racine de la garence ; on y peut joindre le ſafran, dont les étamines ſervent à la Peinture, à la Médecine, & dans bien des endroits à la cuiſine : leur culture fait le ſujet du onzième Livre de M. du Hamel.

La gaude eſt une plante peu délicate ; elle vient ſouvent d'elle-même & ſans culture dans toutes ſortes de terreins, mais elle eſt beaucoup plus belle quand elle a été cultivée ; on la ſème au mois de Mars dans des terres de même nature que celles qu'on choiſit pour le lin ; & comme ſa graine eſt très-fine, on la mêle avec de la cendre, pour ne la pas ſemer trop drue : elle n'exige, quand elle eſt levée, d'autre ſoin que d'en arracher les mauvaiſes herbes : vers le mois de Juillet ou d'Août, quand une partie de la graine eſt mûre, on arrache la gaude, qui eſt alors d'un jaune verdâtre ; on la fait ſécher, on la bat ſur des draps pour en recueillir la graine la plus mûre, & on met enſuite la plante en bottes pour être vendue aux Teinturiers ; il faut avoir attention de ſemer de la graine de la dernière récolte, celle de deux ans ne réuſſiroit pas ;

la gaude donne une teinture jaune de bon teint.

Le pastel guède ou vouesde vient communément en Languedoc, en Provence & en Italie, on en cultive cependant en Normandie & même en Allemagne, & il y réussit; il demande une terre légère, noire, douce & fertile, comme un sable gras bien amandé; il vient assez bien dans les plaines, mais mieux encore sur des côteaux exposés au midi. On doit fumer un an auparavant la terre qu'on lui destine & lui faire porter du blé, de l'oignon, &c. après la récolte de ces plantes on donne trois labours profonds, le premier en Novembre & les deux autres en Mars ou Avril, & on pratique, s'il est nécessaire, des sillons profonds ou sansureaux pour égoutter les eaux. On sème la graine de pastel dès le commencement d'Avril, mais si la saison est froide, on peut attendre jusqu'au commencement de Mai; lorsque le pastel a poussé suffisamment, on le sarcle & on lui donne quelques labours pour en chausser les pieds; on doit être aussi très-attentif, si la graine a été semée trop drue, à ôter une partie du plant, sans cela il ne produiroit que très-peu de feuilles.

On fait communément deux récoltes de paſtel ; quand la ſaiſon a été bien favorable, on peut en faire trois & même quelquefois quatre ; mais il faut ſur-tout ne pas attendre les premières gelées pour la dernière, les feuilles ne vaudroient plus rien. On connoît que la plante eſt mûre à ce que ſes premières feuilles commencent à ſe ſécher ; on coupe alors toutes les feuilles, obſervant ſeulement que ce n'eſt qu'à la dernière coupe qu'on doit emporter la tête de la racine ; on met ces feuilles en tas à l'abri du ſoleil & de la pluie pour les faire flétrir, & on a ſoin de les remuer pour qu'elles le ſoient également ; on les porte enſuite ſous la meule d'un moulin ſemblable à ceux dont on ſe ſert pour exprimer l'huile de lin, afin de les réduire en une pâte dont on forme des pelotes d'environ une livre ; on les fait ſécher à-peu-près quinze jours à l'abri du ſoleil, & on moule enſuite cette matière dans des moules de bois de figure ovale pour en faire des *coques*, c'eſt le nom qu'on donne aux mottes de paſtel ; on fait enfin ſécher ces coques ſur des claies à jour, & elles ſont alors en état d'être vendues. Le paſtel, ainſi préparé, fournit une excellente teinture bleue ; on doit

réserver une petite portion du champ, dans laquelle on n'emportera pas toutes les feuilles de la plante ; à la dernière récolte, ces plantes épargnées monteront & produiront de la graine : cette plante dure deux ans, mais il faut observer de ne pas la resemer dans le même champ qui vient d'en porter ; on lui doit faire porter la première année du blé, la seconde du millet, & la troisième il pourra être remis en pastel.

Le safran est une plante bulbeuse, c'est-à-dire à oignon ; sa fleur ressemble à une petite tulipe pointue par le bas : cette plante exige une terre noire ou roussâtre & un peu sablonneuse ; on prépare le terrein qui doit être soigneusement épierré par trois bons labours ; le premier se donne vers Noël, le second vers le mois d'Avril, & le troisième un peu avant de planter les oignons, c'est-à-dire vers les mois de Juin ou de Juillet ; on fait alors à la houe des sillons de sept pouces de profondeur dans lesquels on arrange les oignons qu'on recouvre ensuite de terre.

Quelques-uns ont soin de dépouiller les oignons de leurs enveloppes avant de les planter, afin de voir s'ils ne seroient point affectés de quelques

maladies, & en ce cas ou emporte la partie malade avec la pointe d'un couteau. M. du Hamel approuve cette pratique. Le ſafran produit ſa fleur avant ſes feuilles ; on lui donne alors un ratiſſage ; ces fleurs s'épanouiſſent au commencement d'Octobre, & c'eſt alors le temps de la récolte ; des femmes coupent avec l'ongle ces fleurs & les mettent dans des corbeilles pour les porter à la maiſon, où ſur le champ on les épluche, c'eſt-à-dire, qu'on prend les ſtigmates qui ſont à l'extrémité du piſtil, c'eſt la ſeule partie qui ſoit utile, le reſte n'eſt bon à rien : après que les fleurs ſont paſſées, les feuilles ſe montrent & les ſafranières commencent à verdir ; elles ſont vertes pendant tout l'hiver ; & au mois de Mai, quand les feuilles commencent à ſe faner, on les arrache pour les donner aux vaches.

Un arpent de ſafran bien planté, ne rapporte guère que quatre livres de ſafran ; la ſeconde & la troiſième il en peut donner jusqu'à vingt, chaque oignon en ayant produit d'autres qui donnent des fleurs ; mais cette multiplication oblige de lever les oignons la quatrième année pour les replanter : les uns après les avoir levés les replantent

ſur le champ dans un autre terrein, car le ſafran épuiſe la terre, au moins pour cette plante, & on doit être quinze ou vingt ans ſans y remettre de nouveau ſafran, d'autres les laiſſent en tas ſur le champ même, d'autres enfin les ſerrent dans des greniers pendant quelque temps; toutes ces pratiques paroiſſent également bonnes.

La partie utile du ſafran, après en avoir été ſéparée, a encore beſoin d'une préparation ſans laquelle elle pourriroit bientôt, elle doit être exactement deſſéchée; c'eſt l'opération la plus délicate de toutes, & que les propriétaires des ſafranières ſe réſervent ordinairement. On expoſe pour cela les piſtils ou filets rouges ſéparés du reſte, que nous appellerons le *ſafran*, ſur des tamis de toile de crin, & on les place au-deſſus d'un feu de braiſe allumée où il ne doit y avoir aucun fumeron, car il communiqueroit au ſafran un mauvais goût qu'il ne perdroit plus; on le remue dans ces tamis afin qu'il ſe ſèche plus également; & lorſqu'il eſt aſſez ſec pour ſe briſer entre les doigts, on le met dans des boîtes doublées de papier blanc qui ferment exactement, & il eſt alors en état d'être vendu.

Le ſafran eſt ſujet à trois principales maladies, au fauſſet, au tacon & à la mort.

Le fauſſet eſt une excroiſſance qui vient à l'oignon, & qui a effectivement la figure & la grandeur d'un fauſſet; on la coupe en relevant l'oignon & elle cauſe peu de dommage.

Le tacon eſt plus dangereux, c'eſt une eſpèce de carie qui attaque l'oignon; lorſqu'elle n'a pas pénétré trop avant, on emporte l'ulcère avec la pointe d'un couteau, & on laiſſe l'oignon ſe deſſécher un peu avant que de le replanter.

Mais la maladie la plus terrible de toutes eſt celle qu'on nomme la *mort*; elle mérite d'autant mieux ce nom, qu'elle eſt contagieuſe & ſe communique de proche en proche. Nous n'en dirons rien ici, & nous prierons le Lecteur de vouloir bien recourir à ce que l'Académie en a dit, d'après M. du Hamel, dans ſon Hiſtoire de 1728 (1).

Nous lui ferons la même prière à l'égard de la garence, qui fait le dernier article du onzième Livre de M. du Hamel, & dont il a donné à part toute la culture dans un Ouvrage particulier,

(1) *Voyez Hiſtoire 1728.*

duquel l'Académie a donné le précis dans son Histoire de 1757 (1).

Le douzième Livre contient des réfléxions sur différens points d'Agriculture.

On est communément en usage dans les pays à blé, de lier les gerbes avec des liens faits de paille de seigle, ou au défaut de celle-ci, de paille de froment; mais il s'est introduit dans quelques provinces un usage pernicieux de les lier avec des harts : cet usage cause une déprédation monstrueuse dans les taillis; on coupe pour cet usage, non les brins inutiles au bois, mais les plus beaux jets : cet abus mériteroit bien d'être proscrit.

La vaine pâture est un obstacle très-considérable au progrès de l'Agriculture dans les pays où elle est établie : dans ces endroits toutes les terres sont indistinctement livrées au bétail dès que les gerbes ont été enlevées, d'où il suit que toutes les productions plus tardives, les prés artificiels, &c. ne peuvent avoir lieu dans ces endroits, & le Laboureur est dans une impossibilité absolue de se procurer aucune des ressources qu'une indústrie éclairée est capable de

(1) *Voyez Histoire 1757.*

lui donner. On ſent aiſément quel peut être l'abus de cet uſage ; cependant comme en certains cantons il eſt autoriſé & qu'il ſeroit peut-être bien difficile de le détruire totalement, M. du Hamel penſe qu'il ſuffiroit peut-être dans ces endroits de permettre à chaque Fermier de mettre en défenſe la trentième partie de ſa terre; cet eſpace à l'abri du bétail, ſuffiroit vraiſemblablement pour fournir au cultivateur les ſecours d'hiver dont il auroit beſoin.

Les deux derniers articles de l'Ouvrage de M. du Hamel, roulent ſur l'avantage que pourroient procurer les baux à longues années & la police des grains; mais ces deux points, quoique bien dignes d'attention, ſont cependant trop étrangers à l'objet de l'Académie pour trouver place dans ſon Hiſtoire : tout ce que nous en pouvons dire, c'eſt qu'on y reconnoît, comme dans tout le reſte de l'Ouvrage de M. du Hamel, l'eſprit du Phyſicien éclairé, guidé par le cœur du bon Citoyen.



ALGÉBRE.

Sur plusieurs classes d'Équations de tous les degrés qui admettent une solution algébrique.

LA résolution algébrique générale des Équations seroit, pour ainsi dire, la clef universelle de toutes les Mathématiques : nul problème réduit au calcul ne pourroit arrêter un seul instant le Géomètre qui en seroit pourvu ; mais il s'en faut bien que cette clef universelle soit encore entre les mains des Géomètres. L'art de résoudre les équations, c'est-à-dire d'assigner la valeur algébrique générale de leurs racines est encore extrêmement borné, il est même étonnant qu'il soit si peu avancé.

Ce n'est pas cependant à la négligence des Géomètres qu'on doit se prendre de ce peu d'avancement, les plus grands hommes des deux derniers siècles & de celui-ci ont fait tous leurs efforts pour porter la lumière dans cette partie des Mathématiques. Louis Ferrari, Tartaglia, Bombelli, Viéte, Harriotte, Descartes, Newton, Haller, Stirling, Moivre, Mrs Euler & Fontaine, de cette

Académie, & un grand nombre d'autres célèbres Analystes, auxquels l'Algèbre doit plusieurs découvertes importantes, ont beaucoup travaillé sur la résolution des équations; mais la difficulté de la matière a jusqu'ici rendu inutiles toutes leurs tentatives, & on n'a encore aujourd'hui de méthode rigoureuse pour résoudre les équations, que jusqu'au quatrième degré, c'est-à-dire qu'on n'est pas plus avancé qu'on ne l'étoit du temps de Louis Ferrari, qui, au commencement du seizième siècle, donna le premier la résolution des équations du quatrième degré.

L'extrême difficulté de cette matière a probablement engagé plusieurs célèbres Analystes à tourner leurs recherches vers les méthodes d'approximation qu'on emploie aujourd'hui au défaut des méthodes rigoureuses; on ne peut pas même trop les en blâmer: ils se mettoient par-là en état, sinon de donner des solutions exactes & rigoureuses, du moins d'en approcher autant qu'on pourroit en avoir besoin, & ils ont mieux aimé se mettre à portée d'éluder la difficulté, que de travailler peut-être inutilement à la vaincre.

Cette difficulté cependant n'est pas

ſi inſurmontable qu'elle n'ait quelquefois cédé à l'adreſſe & à la conſtance des analyſtes, & ſi on n'a pas encore obtenu la réſolution générale des équations, on eſt au moins parvenu à obtenir celle d'une claſſe d'équations dans chaque degré.

C'eſt à M. Moivre qu'on eſt redevable de cette découverte. Il en a donné les principes dans les Tranſactions philoſophiques, *n° 309*, où il fait voir qu'il y a pour tous les degrés impairs une claſſe d'équations, dans leſquelles les puiſſances paires de l'inconnue étant évanouies, ſi tous les termes de l'équation, à l'exception du premier & du dernier, qui ſont arbitraires, ont entre eux une certaine relation indiquée par M. Moivre, on aura toujours la réſolution algébrique & la valeur de l'inconnue, qui ſera exprimée par la ſomme de deux radicaux du même degré que l'équation.

Cette méthode de M. Moivre, quelqu'ingénieuſe qu'elle fût par elle-même, n'alloit, comme on voit, qu'aux équations des degrés impairs qui avoient les conditions requiſes. M. Euler a complété cette ſérie d'équations, & a fait voir dans le *Tome VII* des Mémoires de Pétersbourg, qu'il y avoit auſſi dans les

degrés pairs une classe d'équations résolubles de la même manière.

Tel étoit l'état de cette question, lorsque M. Bezout a tourné ses vues de ce même côté: le Mémoire dont il est ici question ne contient encore qu'une partie des résultats que lui a donnés sa méthode. Nous allons essayer d'en présenter une idée.

Toute équation qui n'a que deux termes se peut toujours résoudre : si donc on pouvoit réduire toute équation à n'avoir que deux termes, on en auroit bientôt la solution ; mais on est bien éloigné de ce point, car on n'a pas encore de méthode qui puisse faire évanouir d'une manière générale plus d'un terme dans une équation quelconque. Quelque peu frayée que soit la route pour résoudre les équations par l'anéantissement des termes intermédiaires, c'est cependant par cette voie que M. Bezout attaque la difficulté ; nous allons bientôt voir avec quel succès : voici comment il s'y prend pour trouver les équations qu'on peut résoudre par cette méthode, & pour les résoudre en même temps.

Il prend deux équations à deux inconnues, les plus générales qu'il soit possible;

il détermine, par les règles connues de l'Algèbre, deux autres équations qui ne renferment chacune que l'une de ces deux inconnues : on suppose, ce qu'il est toujours possible de faire, que l'une est l'équation même qu'il s'agit de résoudre, & que dans l'autre les termes intermédiaires au premier & au dernier puissent s'évanouir. Ces conditions déterminent les qualités particulières que doivent avoir les deux équations à deux inconnues qu'on a d'abord employées.

Par ce procédé, la résolution ne dépend plus que de trois choses; 1°. de la résolution d'une équation qu'on a réduite à deux termes, résolution qui est toujours facile; 2°. de la résolution d'une des deux équations à deux inconnues qu'on a employées, ce qui est toujours possible, parce qu'elle est toujours au moins d'un degré inférieur à la proposée ; 3°. enfin des équations particulières qui résultent des suppositions qu'on a faites dans le cours de la résolution. On juge bien que ce dernier article est le plus délicat & celui qui exige le plus d'adresse de la part de l'Analyste : mais en envisageant les équations, comme l'a fait M. Bezout, on rencontre infailliblement dans chaque

degré à l'infini une classe d'équations où ces conditions ne mènent qu'à une équation du second degré. Essayons de la caractériser plus particulièrement.

En remontant des équations qu'on a employées pour la résolution, & que M. Bezout nomme *auxiliaires*, à celle qu'on a en vue de résoudre, on parvient à une expression de l'inconnue, qui est un composé de radicaux du degré de l'équation & de radicaux du second degré. Cette équation paroît, au premier coup d'œil, très-composée; mais par un usage adroit du calcul, M. Bezout trouve moyen de la transformer en une autre qui représente d'une manière très-simple la valeur de l'inconnue dans toutes ces équations & la rendre susceptible d'un même énoncé dans chaque degré. M. Bezout fait voir par ce moyen que dans toutes les équations de la classe dont il s'agit ici, le second terme étant évanoui, ce qu'on peut toujours supposer, la valeur de l'inconnue est exprimée par autant de radicaux moins un, du degré de cette équation, qu'il y a d'unités dans ce même degré, & que les quantités affectées de ces radicaux ne dépendent que d'une équation du second degré. Il y a plus, la méthode

de M. Bezout ne ſuppoſe pas même comme une choſe néceſſaire l'évanouiſſement du ſecond terme ; d'où il ſuit que les quatre premiers termes d'une équation étant tels qu'on le voudra, on pourra toujours en obtenir la réſolution, ſi les autres termes ont la condition qu'exige la méthode.

Nous n'avons juſqu'ici pu obtenir par ce moyen qu'une des racines de chaque équation dans les degrés impairs, & deux dans les degrés pairs : on ſait cependant qu'il y a autant de racines dans une équation qu'il y a d'unités dans le nombre qui en exprime le degré. M. Bezout, qui n'a pas perdu de vue l'idée de réduire la réſolution de ces équations à celle des équations à deux termes, a trouvé moyen d'y réuſſir en employant le fameux théorème de M. Cotes, ſur la propriété du cercle relativement aux facteurs d'un binome quelconque : c'eſt en adaptant ce théorème aux réſultats de ſa méthode qu'il en a tiré un moyen de repréſenter généralement, par une ſeule équation, toutes les racines de celles ſur leſquelles cette méthode a priſe, en ſorte qu'on peut avoir également telles de ces racines que l'on veut ; avantage qu'on n'avoit

pas eu jusqu'ici, même pour les équations du troisième degré.

Les équations dont nous venons de parler, dépendent, en partie, d'une équation du second degré. Lorsque cette équation a ses deux racines réelles, un calcul clair & facile donne la nature & la valeur de chacune des racines des équations qu'on se propose de résoudre; mais si l'équation du second degré a ses racines imaginaires, & que celles des équations proposées soient toutes réelles ou toutes imaginaires, alors le calcul algébrique ne donne plus aucun résultat clair, &, excepté dans un petit nombre de cas, ne se prête à aucune application numérique ni à aucune construction. On peut en voir un exemple dans les équations du troisième degré, où ce cas est nommé le *cas irréductible*: il seroit encore bien plus compliqué dans les équations dont il s'agit. M. Bezout a eu l'adresse d'éluder cette difficulté, qu'il auroit peut-être inutilement attaquée de front. Le rapport qu'il a trouvé entre ces équations rébelles, & la division du cercle en parties égales, lui a fourni un moyen de les réduire à une expression simple & naturelle, obtenant ainsi, par l'union de la Géométrie à

l'Algèbre, ce que celle-ci seule refusoit presqu'absolument de donner. On juge bien que ce moyen met dans le cas d'employer plusieurs expressions imaginaires de sinus & de cosinus, qui deviennent nécessaires pour abréger des calculs qui, par les méthodes ordinaires, auroient été fort longs & n'auroient donné que des résultats très-obscurs : aussi M. Bezout n'a-t-il pas négligé de les employer; on ne doit jamais, même dans les Sciences, mépriser aucun de ses avantages.

Nous n'avons jusqu'ici parlé que d'une seule classe d'équations résolubles par la méthode de M. Bezout, classe à la vérité bien générale, puisqu'elle s'étend dans tous les degrés; ce n'est cependant pas la seule de cette espèce que les recherches de M. Bezout lui ont indiquée. Il trouve en général dans tous les degrés à l'infini des classes entières d'équations résolubles par sa somme de 2, 3, 4, &c. radicaux du degré de l'équation, jusqu'à un nombre de radicaux moindre d'une unité que celui qui exprime le degré de l'équation. Le cas dont nous venons de parler, & ceux de Mrs Moivre & Euler, ne sont eux-mêmes que des cas particuliers de cette règle générale, que M.

Bezout ne fait qu'indiquer ici, en faisant espérer toute la suite de ce travail. Il est bien à souhaiter qu'il en enrichisse promptement l'Analyse.

ASTRONOMIE.

Sur le Satellite vu ou présumé autour de Vénus.

Il paroîtra sans doute singulier que l'existence d'un Satellite autour d'une Planète aussi proche de nous que Vénus, puisse être douteuse & qu'on ignore si ce Satellite existe ou n'existe pas : c'est cependant ce qui partage aujourd'hui les Astronomes ; & pour mettre le Lecteur au fait de la question, il est bon de rapporter ici en peu de mots ce qui s'est fait jusqu'à présent sur ce sujet. Dès l'année 1645, *François Fontana*, Mathématicien de Naples, assura qu'il avoit vu quatre fois ce Satellite, tantôt sur la partie éclairée de Vénus, qui étoit alors en croissant, tantôt sur la partie obscure, & enfin tout proche des cornes du croissant ; mais la petitesse & le peu de perfection des instrumens dont il se servoit, ne donnent pas assez de probabilité à

ſon obſervation pour la faire entrer ici en ligne de compte. Voici quelque choſe de plus poſitif.

Le célèbre Jean-Dominique Caſſini rapporte deux obſervations qu'il avoit faites de ce Satellite, la première en 1672, & la ſeconde en 1686. Il avoit vu toutes les deux fois, à quelque diſtance de la planète, une lumière informe qui imitoit la phaſe de Vénus & dont le diamètre étoit à peu-près la quatrième partie de celui de Vénus; mais il ne vit cette lumière que pendant très-peu de temps, parce que les deux obſervations ſe trouvèrent près du crépuſcule du matin, qui les interrompit; la conformité de la phaſe de cette lumière avec celle de Vénus, ſa groſſeur à peu-près dans la même proportion à celle de cette planète qu'a la Lune à l'égard de la Terre, lui firent naître la penſée que ce pourroit être un Satellite de Vénus; il n'oſa cependant l'aſſurer, la retenue & la prudence ſont le partage des grands hommes : il chercha ſoigneuſement à conſtater l'exiſtence de ce Satellite par de nouvelles obſervations; mais ce fut toujours inutilement, & jamais il n'a pu le revoir de ſon vivant.

Cinquante-quatre ans après, en

1740, M. Short obſerva le même phénomène en Angleterre, il fut même plus heureux que M. Caſſini, en ce qu'il eut beaucoup plus de temps que M. Caſſini & qu'il pût non-ſeulement répéter plus de fois ſes obſervations, mais encore y employer différens téleſcopes; car c'étoit avec cet inſtrument qu'il obſervoit. Il trouva toujours que la petite étoile qu'il voyoit avoit la même phaſe que Vénus, qu'elle n'en étoit éloignée que d'environ dix minutes, que ſon diamètre étoit un peu moindre que le tiers de celui de Vénus, & que ſa lumière étoit moins vive que celle de la planète, quoique le Satellite parût bien terminé; la ligne tirée de ſon centre à celui de Vénus, formoit un angle de dix-huit à vingt degrés avec l'équateur. Telle eſt l'obſervation faite en 1740 par M. Short; mais s'il a été plus heureux que M. Caſſini dans les circonſtances qui ont accompagné ſon obſervation, il n'a pas mieux réuſſi que lui à retrouver ce Satellite, & tous ſes ſoins ont été depuis inutiles à cet égard.

Si l'on rapproche préſentement toutes les circonſtances de ces deux obſervations, ſi l'on ſe rappelle l'habileté des deux Obſervateurs, la grandeur & la

perfection des instrumens dont ils se servoient, l'exacte conformité qui se trouve en ce qu'ils ont remarqué l'un & l'autre, de la grandeur du phénomène, de son degré de lumière, & surtout de la parité de sa phase avec celle de Vénus ; on aura bien de la peine à regarder ce qu'ils ont vu comme une illusion d'Optique, & à ne pas se persuader que ce soit effectivement un Satellite de Vénus que Mrs Cassini & Short ont observé.

D'un autre côté, comment comprendre qu'un Satellite, s'il existoit, n'eût été vu que deux fois en quatorze ans & eût ensuite échappé aux regards de tous les Astronomes pendant plus d'un demi-siècle ? on sait à la vérité que Saturne a un Satellite qui disparoît pendant une partie de son cours ; mais ces disparitions sont réglées & ne ressemblent point du tout à celles du Satellite de Vénus. On allégueroit encore inutilement qu'avant que M. Hughens eût découvert l'anneau de Saturne, on avoit pris quelquefois les extrémités des anses qu'il semble former à la planète, pour deux Satellites ; mais cette apparence n'étoit dûe qu'à la petitesse ou au peu de perfection des lunettes dont on se servoit

alors, & il eſt hors de toute probabilité que ſi Vénus avoit un anneau, il eût pu échapper aux obſervations modernes & aux inſtrumens qu'on y emploie.

Dans cette circonſtance, M. de Mairan a voulu voir ſi en ſuppoſant à Vénus un Satellite réellement exiſtant, il n'y auroit point quelque cauſe qui ne lui laiſſât la liberté de paroître que dans des cas aſſez rares, & il en a en effet trouvé une qui pourroit produire cet effet & qui s'accorde aſſez bien à tout ce que les deux Obſervateurs ont vu de ce Satellite.

C'eſt dans l'atmoſphère ſolaire qu'il l'a trouvée : on ſait que le Soleil, par ſa rotation autour de ſon axe, écarte autour de lui une eſpèce de pouſſière lumineuſe, qui forme dans le plan de ſon équateur un gâteau lenticulaire, qui quelquefois atteint un peu au-delà de l'orbite terreſtre. C'eſt à cette atmoſphère que M. de Mairan a déja attribué les Aurores boréales & les queues des Comètes : c'eſt encore elle qui, ſelon lui, occaſionne les longues diſparitions du Satellite de Vénus, ou plutôt qui ne laiſſe la liberté de l'appercevoir que dans des circonſtances qui doivent être aſſez rares. Eſſayons de les déterminer.

Puiſque l'atmoſphère ſolaire peut s'étendre au-delà de l'orbe de la Terre, il eſt bien certain que l'orbite de Vénus, plus proche du Soleil d'environ un tiers que la Terre, y ſeroit toujours compriſe ſi elle étoit en même plan ; mais le plan de l'atmoſphère ſolaire eſt le même que celui de l'équateur du Soleil, qui fait, avec l'écliptique, un angle de $7^d \frac{1}{2}$, tandis que la plus grande latitude de Vénus, vue du Soleil, eſt ſeulement de $3^d \frac{1}{2}$: il pourra donc arriver que lorſque l'atmoſphère ſolaire ſouffrira quelque diminution, tant dans ſa longueur que dans ſon épaiſſeur, la planète de Vénus & ſon Satellite, ou ſe trouvent totalement hors de cette atmoſphère, ou plongés ſeulement dans ſa partie la plus claire ; hors de là l'une & l'autre planètes en ſeront enveloppées, & le Satellite ne pourra plus être que point du tout, ou très-difficilement apperçu. On ſait que la lumière des grandes Étoiles eſt ternie quand on les voit à travers l'atmoſphère ſolaire, & que les petites diſparoiſſent abſolument dans ce cas. Il y a plus, le Satellite doit ſouffrir une bien plus grande diminution de lumière que les Étoiles, & même que la planète. Tout corps planétaire eſt doué d'une

d'une force centrale, qui retient toutes ces parties autour du centre & leur fait prendre une forme ſphérique : cette force agit non-ſeulement ſur la matière propre de la planète, mais elle s'exerce en raiſon renverſée du quarré des diſtances ſur tout ce qui ſe trouve dans la ſphère de ſon activité. Il ſuit même des principes de M. Newton, que plus une planète eſt petite, plus ſa denſité & ſa force centrale augmentent : il doit donc néceſſairement arriver que Vénus & ſon Satellite ſe chargent de la matière de l'atmoſphère ſolaire, dans laquelle ils ſont plongés l'un & l'autre, mais le Satellite en ſera bien plus enveloppé & bien plus obſcurci que la planète, 1°. parce qu'il eſt plus petit, & qu'en cette qualité il en prend plus à proportion ; 2°. parce que le mouvement de rotation de Vénus diſſipe en partie cette enveloppe en le chaſſant vers ſes pôles, au lieu que le Satellite, qui vraiſemblablement n'a pas le même mouvement, en eſt enveloppé & offuſqué ; il peut même ſe faire qu'il en garde une partie lors même qu'il ſe trouve hors de cette atmoſphère, ce qui le rendra toujours moins brillant.

De toute cette théorie, on peut

conclure, avec M. de Mairan, qu'en ſuppoſant même l'exiſtence du Satellite de Vénus, on ne pourra le voir que dans trois cas: 1°. lorſque l'atmoſphère ſolaire ne s'étendra pas juſqu'à l'orbe de Vénus; 2°. lorſque s'étendant juſqu'à cet orbe, ſon épaiſſeur ſera aſſez diminuée pour que Vénus ſe trouve au-deſſus ou au-deſſous; 3°. enfin lorſque l'atmoſphère & l'enveloppe de Satellite ſeront aſſez rares pour ne pas éteindre toute ſa lumière.

Il eſt aiſé de voir combien de cauſes purement accidentelles entrent dans la production de ces circonſtances, & combien par conſéquent il eſt difficile de les prévoir; on peut cependant s'aider de valeurs hypothétiques dans un calcul de cette eſpèce; & peut-être à force de les varier on pourroit, à l'aide du peu de données qu'on a ſur cette matière, parvenir à rendre les obſervations du Satellite de Vénus un peu moins dépendantes du haſard.

C'eſt encore à la matière de l'atmoſphère raſſemblée autour de Vénus, que M. de Mairan croit devoir rapporter un anneau d'une lumière différente du reſte du Soleil, qui a conſtamment accompagné Vénus dans tout le temps de ſon paſſage

fur le Soleil, que lui & plufieurs autres Aftronomes ont remarqué. Il ne fe diffimule pas que l'atmofphère propre de Vénus, fi elle en a une, n'y puiffe entrer pour quelque chofe, mais il eft toujours permis de hafarder une conjecture en pareille matière, & M. de Mairan ne la donne que pour telle.

Quoi qu'il en foit, il réfulte bien clairement de fon Mémoire, que le Satellite de Vénus peut exifter & ne fe faire voir cependant que rarement, & que par conféquent les Aftronomes ne doivient rien négliger pour s'affurer d'un objet fi intéreffant, foit en multipliant leurs obfervations pour trouver les circonftances favorables, foit en redoublant leurs efforts pour perfectionner les inftrumens. On touche peut-être au moment d'en avoir d'affez parfaits pour nous faire démêler ce Satellite, malgré le voile qui l'a prefque toujours jufqu'ici dérobé aux yeux des Obfervateurs.



SUR LA MANIÉRE DE CALCULER *L'ÉQUATION DU TEMPS.*

ON fait assez généralement qu'une pendule bien réglée ne suit pas & ne peut pas même suivre plusieurs jours l'heure indiquée par le Soleil sur un bon cadran, & qu'elle s'en écarte plus ou moins selon les différentes saisons de l'année. Cette différence est ce qu'on appelle l'*équation du temps*, & il s'agit ici de la manière de la déterminer & de la question qui s'est élevée à ce sujet; mais avant que de l'exposer, il ne sera peut-être pas inutile de remettre sous les yeux les principes sur lesquels ce calcul est fondé.

Le jour naturel est l'espace de temps compris depuis un passage du Soleil au méridien jusqu'au passage suivant; il est donc composé d'une révolution entière du premier mobile, plus de la portion de temps qui répond au chemin que le Soleil a fait dans l'écliptique pendant cette révolution. Les révolutions du premier mobile ou du globe terrestre sont égales entre elles; mais la portion de temps qui répond au mouvement du

Soleil ne l'est nullement; elle est inégale par deux raisons, la première, parce que des portions égales de l'écliptique, rapportées par des méridiens sur l'équateur, y donnent des arcs inégaux, & que ce sont cependant les arcs de l'équateur qui mesurent le temps; d'où il suit que les portions égales de l'écliptique ne répondant pas à des arcs égaux de l'équateur, quand même le Soleil iroit d'un pas égal sur ce premier cercle, son mouvement, rapporté sur l'équateur, seroit inégal. Pour s'en former une idée plus nette, qu'on imagine deux Soleils partant tous deux en même temps du point de l'équinoxe & allant également, l'un sur l'équateur & l'autre sur l'écliptique; il est clair que si à chaque point qu'on voudra, on fait passer un méridien par le Soleil supposé sur l'écliptique, ce méridien n'ira pas rencontrer celui qu'on a supposé sur l'équateur, & qu'à cause de l'obliquité des deux cercles, il coupera toujours l'équateur en un point différent, excepté aux points équinoxiaux où les deux Soleils se rencontreront, & aux points solsticiaux où ils auront tous deux même méridien; il est donc bien certain que quand même le Soleil parcourroit

l'écliptique d'un mouvement égal, la portion diurne de ce mouvement, rapportée ſur l'équateur, ne le ſeroit pas, & que les jours naturels, composés d'une révolution du premier mobile & de cette partie, ne le ſeroient pas non plus, leur inégalité de ce chef ſeroit la différence entre la marche des deux Soleils réduite en temps; mais ce n'eſt pas ſeulement de ce chef que les jours ſont inégaux : il s'en faut bien que la marche du Soleil dans l'écliptique ſoit uniforme, il va tantôt plus, tantôt moins lentement, & il ſuit de-là que la différence entre le mouvement du Soleil ſuppoſé allant uniformément ſur l'équateur, & l'endroit du même cercle coupé par le méridien qui paſſe par le vrai Soleil, ou, ce qui revient au même, l'aſcenſion droite vraie du Soleil, ſera encore plus variable. Cette différence en cauſera donc néceſſairement une dans la durée des jours; & pour la connoître, on cherchera ſéparément à évaluer en temps les deux cauſes de cette inégalité, c'eſt ce qu'on appelle *conſtruire les Tables de l'équation du temps;* il ne s'agit pour cela que de réduire, d'une part, en temps la différence entre le mouvement moyen du Soleil & ſon

ascension droite, de l'autre, la portion de l'équateur qui répond à l'inégalité du mouvement du Soleil, ou, ce qui revient au même, à son équation.

Mais en quelle espèce de temps faudra-t-il convertir cette portion de l'équateur dont nous venons de parler? sera-ce en parties de la révolution du premier mobile? sera-ce en parties du jour solaire moyen? c'est à quoi se réduit la question dont il s'agit dans le Mémoire de M. de la Lande.

Il pense que cette réduction doit se faire en parties du temps solaire moyen ou à raison de 15 degrés par heure, & en cela il s'éloigne du sentiment de feu M. l'abbé de la Caille, qui pensoit qu'on devoit faire la réduction des parties de l'équateur qui répondent à l'équation du temps, à raison de $15^d\ 2'\ 28''$ par heure, c'est-à-dire en comptant 24^d pour $360^d\ 59'\ 8''$, au lieu que dans l'usage ordinaire on compte seulement 360^d pour 24^h. Nous allons exposer les raisons que M. de la Lande a eues pour s'en tenir à l'ancien usage.

Le temps moyen, marqué par une horloge réglée sur le mouvement du Soleil, est le seul temps dont on puisse faire usage dans l'Astronomie; le temps

vrai ou apparent étant néceſſairement inégal, ne peut faire une échelle de numération ; toutes les époques, toutes les révolutions céleſtes ſont en temps moyen ; l'équation du temps eſt donc la différence entre l'aſcenſion droite vraie du Soleil & ſa longitude moyenne, priſe ſur l'équateur, exprimée en temps moyen. Voyons comment on doit entendre cette expreſſion.

Pour cela, reprenons la ſuppoſition que nous avons faite de deux Soleils partant en même temps du premier point d'*Aries*, pour aller l'un toujours également ſur l'équateur, & l'autre inégalement ſur l'écliptique. Du point de l'écliptique où ſe trouve le vrai Soleil au 6 Novembre, abaiſſons un cercle perpendiculairement ſur l'équateur ; ce cercle, qui ſera un méridien, marquera ſur l'équateur l'aſcenſion droite vraie du Soleil, qui ſe trouvera pour lors éloignée de 4 degrés du Soleil ſuppoſé allant uniformément ſur l'équateur ; le vrai Soleil & le Soleil ſuppoſé ne paſſeront donc pas au méridien en même temps, & la différence de leurs paſſages ſera égale au temps qui s'eſt écoulé pendant le paſſage de ces 4 degrés par le mériden. Voyons donc

comment on doit les évaluer. Il est certain que c'est sur le mouvement de la pendule qui marque 24 heures d'un passage par le méridien du Soleil moyen au suivant; or cette révolution est certainement de 360 degrés, sans plus ni moins : donc les 4 degrés doivent être évalués à raison de 15 degrés par heure, & non à raison de 15ᵈ 2′ 28″. On doit donc les compter pour 16 minutes, qui feront la véritable équation du temps, & non pour 15′ 57″, que donneroient les 4 degrés, à raison de 15ᵈ 2′ 28″ par heure. Veut-on s'en convaincre plus parfaitement, qu'on fasse attention que le Soleil étant alors dans le temps de sa plus grande équation, & cette équation n'augmentant ni ne diminuant, les deux Soleils seront toujours distans l'un de l'autre de 4 degrés. Or, en cette situation, l'un & l'autre emploiera précisément 24 heures à faire son tour, ou 360 degrés ; donc les 4 degrés qu'il y a entre eux mettront exactement à passer 16 minutes, & non 15′ 57″.

Pour en donner encore une nouvelle preuve, examinons le cas où 4 degrés d'ascension droite ne devroient faire que 15′ 57″, & pour cela supposons deux étoiles qui diffèrent en ascension droite

de 4 degrés, & voyons combien il y aura de temps entre leurs passages au méridien.

Si on suppose deux étoiles, dont l'ascension droite diffère de 4 degrés, & qu'on demande combien de temps il doit y avoir entre le passage de l'une & de l'autre au méridien, voici comment il faudra raisonner. La révolution diurne d'une étoile n'est que de $23^h\ 56'$ de temps à une horloge réglée sur le moyen mouvement du Soleil : on fera donc comme 360^d, révolution diurne de l'étoile, est à $23^h\ 56'$; ainsi 4^d, distance entre les deux étoiles, est à $15'\ 57''$. Or, si les deux étoiles immobiles l'une par rapport à l'autre, & qui n'emploient que $23^h\ 56'$ à faire leur révolution, doivent mettre $15'\ 57''$ à parcourir les 4 degrés d'ascension droite dont elles diffèrent, le Soleil mobile dans un sens contraire à celui de la révolution diurne, & qui emploie précisément 24 heures à retourner au méridien, doit mettre 16 minutes entières à parcourir ces mêmes 4 degrés; les 3 secondes de plus répondent à la petite portion d'espace qu'il a parcourue pendant ce temps dans l'écliptique.

Toutes ces raisons déterminent M. de

la Lande à penser que la Table de l'équation du temps, qui se trouve dans les Tables du Soleil de feu M. l'Abbé de la Caille, doit être corrigée suivant les principes que nous venons d'établir, & il a fixé lui-même, dans une petite Table jointe à son Mémoire, la correction qui doit y être faite, & qui monte tout au plus à 2″, 6. Quoique cette erreur soit petite, comme elle pouvoit tirer à quelque conséquence, M. de la Lande a cru devoir la relever, & n'a pas cru manquer à la mémoire de feu M. l'abbé de la Caille, en faisant cette légère correction dans un Ouvrage déja consacré à l'immortalité par le jugement des Astronomes; c'est moins y relever une faute qu'y ajouter un nouveau degré de perfection. S'il faut que les ouvrages des hommes pèchent toujours par quelqu'endroit, M. l'abbé de la Caille ne pouvoit certainement payer un moindre tribut à l'humanité.

SUR LA COMÈTE

QUI A PARU EN 1762.

LA théorie des Comètes fait aujourd'hui un des objets des plus intéressans

de l'Aſtronomie moderne : on ſait que ces Aſtres ſont des planètes aſſujetties, comme les autres, à circuler autour du Soleil & qu'elles n'en diffèrent que par l'énorme longueur de leurs orbites, & parce qu'elles n'ont vraiſemblablement aucun mouvement de rotation ſur elles-mêmes. Ces aſtres, autrefois ſi redoutés, ne ſont plus que l'objet des ſoins & des recherches des Aſtronomes : celle qui a paru pendant les mois de Mai & de Juin de cette année, n'a point échappé aux obſervations de nos Aſtronomes ; ils l'ont exactement ſuivie, & nous allons rendre compte de leur travail.

La Comète dont nous parlons fut découverte à la Haie le 17 Mai par M. Klinkemberg, Correſpondant de l'Académie, qui ne manqua pas de lui en faire part : elle paroiſſoit à la lunette comme une étoile de la quatrième ou cinquième grandeur, environnée d'une foible nébuloſité. On avoit peine à l'appercevoir à la vue ſimple ; elle étoit alors dans la conſtellation de la grande Ourſe, fort proche de celle du Lynx, ayant une longitude de $2^{f} 8^{d} 15^{\prime}$ & une latitude boréale de $44^{d} 10^{\prime}$.

Auſſitôt qu'on fut informé de ſon apparition, Mrs Maraldi, de la Lande,

Bailly & Meſſier la cherchèrent & la comparèrent aux étoiles les plus voiſines. Mrs Maraldi & de la Lande ont communiqué ſéparément à l'Académie leurs obſervations & les élémens qu'ils en ont déduits pour la théorie de cette Comète.

Avoir fixé par ſes obſervations la route d'une Comète dans le ciel étoilé, n'eſt pas, à beaucoup près, avoir décrit ſon orbite dans le ſyſtème ſolaire : un Aſtronome placé dans le Soleil l'auroit déterminée par ces obſervations, mais nous voyons la Comète de deſſus la Terre ; & comme l'orbe annuel a communément un rapport très-ſenſible avec la partie de l'orbite d'une Comète qu'elle parcourt pendant ſon apparition, il arrive néceſſairement que les lieux de la Comète, vus de la Terre, diffèrent prodigieuſement de ceux que la même Comète paroîtroit avoir, vue du Soleil. La fameuſe Comète de 1759 parut dans la conſtellation de l'Hydre, dans une partie du ciel toute oppoſée à celle où on l'avoit vue en 1682, quoiqu'elle fût à très-peu près dans la même partie de ſon orbite, & uniquement parce que la Terre occupoit une partie de la ſienne, différente de celle qu'elle avoit occupée en 1682.

Il faut donc réduire la route apparente de la Comète dans le ciel étoilé à celle que lui verroit parcourir un obſervateur placé au centre du Soleil. On ſent aſſez combien ce calcul doit être pénible & combien on eſt obligé de faire de fauſſes poſitions avant que d'avoir trouvé celle qui ſatisfait aux obſervations.

Pour épargner une partie de ce calcul, M. de la Lande emploie une méthode graphique très-ingénieuſe : il décrit un grand cercle qui repréſente l'orbite de la Terre, au centre duquel on place le Soleil, n'étant pas néceſſaire pour l'opération d'avoir égard à l'excentricité.

On place ſur ce cercle la Terre dans les poſitions qu'elle avoit aux jours des obſervations de la Comète ; & ayant tiré de ces points des lignes allant au centre ou au Soleil, on tire de chacun de ces mêmes points des lignes indéfinies, faiſant avec les premières des angles égaux à ceux des diſtances apparentes de la Comète au Soleil, réduites à l'écliptique. Il eſt clair que la poſition réelle de la Comète ſe trouvera chaque jour ſur la ligne qui exprime pour ce jour-là ſa poſition apparente ; reſte à ſavoir à quel point de chaque ligne.

Or voici comment on le peut déterminer.

La théorie Newtonienne nous enseigne que si on partage l'orbite d'une planète en parties quelconques, & que de ces divisions on mène des lignes au Soleil, ces lignes formeront des espèces de secteurs ou triangles, dont l'aire sera toujours proportionnelle au temps pendant lequel la partie de l'orbite elliptique qui leur sert de base, a été parcourue par la planète.

D'après ce principe, on cherchera donc sur les lignes qui vont de la Terre à la Comète des points tels, que menant de tous ces points des lignes au Soleil, ces lignes forment des triangles dont les aires soient proportionnelles aux temps écoulés entre les observations, & ces points seront des points de la courbe que décrit la Comète. Si donc on fait passer par ces points une parabole, ce qui ne différera pas sensiblement de l'ellipse pour la petite partie qu'a parcourue la Comète, on aura l'orbite de la Comète réduite à l'écliptique : on a d'ailleurs ses latitudes vues de la Terre, qu'on réduira aux latitudes vues du Soleil au moyen des distances données par les opérations que nous venons de

décrire. On pourra donc avoir l'inclinaison de son orbite ; le lieu de son nœud, la position du grand axe de l'orbite, le passage par le périhélie, en un mot tous les élémens de la théorie, qu'il ne s'agira plus que de vérifier par un calcul, dont les opérations graphiques ont supprimé la plus grande partie.

C'est à l'aide de cette méthode que M. de la Lande ayant calculé, suivant ses propres observations & suivant celles de M. Messier, a déterminé que la Comète avoit passé par son périhélie le 29 Mai à 3^{h} $27^{\prime}$ du matin, qu'elle étoit pour lors plus éloignée de la Terre que le Soleil d'environ un centième de sa distance du Soleil, ou 33000 lieues, que le lieu du périhélie étoit à 15^{d} $15^{\prime}$ de l'Écrevisse, que le Nœud ascendant étoit à 19^{d}-$20^{\prime}$ des Poissons, que l'inclinaison de l'orbite étoit de 84^{d} $45^{\prime}$, & qu'enfin cette Comète alloit suivant l'ordre des Signes.

Les mêmes élémens ont été déterminés par M. Maraldi : l'accord qui se trouve entre ces déterminations & leur conformité aux observations, prouvent également & l'exactitude des Observateurs & la bonté des méthodes de l'Astronomie moderne.

Le noyau de cette Comète a paru assez lumineux, mais mal terminé; elle avoit une petite queue opposée au Soleil. Si elle avoit passé par son périhélie au commencement de Février, elle auroit pu approcher assez près de la Terre pour être très-visible; il faut même qu'elle soit assez grosse, & peut-être plus que la Terre, puisqu'on la voyoit encore lorsqu'elle étoit à une distance presque double de celle du Soleil, c'est-à-dire à environ soixante millions de lieues.

En comparant l'orbite de cette Comète avec celles de quarante-huit autres, qui nous sont connues par les observations anciennes, on n'en trouve aucune qu'on puisse soupçonner d'être la même. C'en est donc une toute nouvelle, ou, pour parler plus juste, dont la route nous étoit totalement inconnue. Si on veut faire attention au point où en est présentement l'Astronomie des Comètes, & le comparer à celui où elle étoit au commencement de ce siècle, on sera certainement étonné des progrès qu'elle a faits en aussi peu de temps.

SUR LES OBSERVATIONS

Solfticiales faites à Saint-Sulpice.

On ne fait pas encore bien certainement fi l'obliquité de l'écliptique eft conftante ou variable, les fentimens des Aftronomes font partagés fur ce point : le moyen le plus fûr de réfoudre cette queftion, eft certainement d'obferver exactement les hauteurs folfticiales du Soleil pendant un grand nombre d'années.

M. le Monnier a fuivi cette méthode ; il a employé à cet ufage les obfervations faites année par année, depuis dix-huit ans, au gnomon qu'il a établi lui-même dans l'églife de Saint-Sulpice : ce gnomon eft compofé d'un objectif de 80 pieds de foyer, dont l'axe eft fixé dans le plan de la méridienne ; l'image du Soleil y eft reçue fur un marbre blanc fixé dans le carreau de l'églife, & ce marbre eft couvert toute l'année d'une plaque de bronze, qu'on ne lève que pour faire les obfervations. Le grand axe de cette image a fur le marbre 9 pouces 7 $\frac{1}{2}$ lignes, & une ligne répond

à 16″ $\frac{1}{2}$; d'où il suit qu'une seconde y est très-perceptible, puisqu'elle est à très-peu près la seizième partie d'une ligne.

Les observations que M. le Monnier donne dans ce Volume, comprennent celles qui ont été faites depuis 1744 jusqu'en 1763 ; celles de 1764 n'ont pu y avoir place, parce que cette partie du volume étoit déjà imprimée quand elles ont été faites. Comme cependant il étoit utile qu'elles parussent à la suite des autres, nous avons cru que le Public nous sauroit gré de les insérer dans cette Histoire ; les voici telles qu'il nous les a communiquées.

« Les termes du grand axe de l'image » du Soleil, gravés sur le marbre en » 1745, sont marqués par des traits noirs » d'une épaisseur assez sensible pour être » vus sans loupe ; ces termes ont été » gravés dans la plus grande élévation » du Soleil, c'est-à-dire lorsque le » nœud de la Lune étoit dans le Bélier.

» Le 20 Juin 1764, le Soleil étant » parfaitement bien terminé & le ciel » sans nuages, l'image du Soleil a paru » comprendre les deux termes, c'est-à- » dire qu'elle débordoit d'un sixième de » ligne du côté du sud, & d'un tiers de

» ligne du côté du nord, le Soleil étoit
» alors de 4 secondes au-dessous du Tro-
» pique ; d'où il suit qu'en faisant la
» réduction, l'image du Soleil se trouve
» être revenue au même point préci-
» sément où elle étoit lorsque le lieu du
» nœud de la Lune se trouvoit, il y a
» dix-huit ans, au commencement du
» signe du Bélier ; d'où l'on doit conclure
» que la prétendue diminution de l'obli-
» quité de l'écliptique, à raison d'une
» minute en cent ans, n'a pas été sen-
» sible à un instrument qui donne, en
» pareils cas, les hauteurs mieux qu'à
» 5 secondes près ».

Il paroît donc résulter de la suite des observations, faites au gnomon de Saint-Sulpice, & communiquées par M. le Monnier, que l'obliquité de l'écliptique n'a eu d'autres variations que celles qu'y occasionnent la nutation dont nous avons parlé en 1745 (1), & dont on trouvera les principes en ce volume dans l'Éloge de M. Bradley ; il faudroit donc abandonner la diminution absolue de l'écliptique, que la comparaison des observations anciennes aux modernes, semble donner de 45 secondes en un

(1) *Voyez Histoire 1745.*

siècle, ou au moins la supposer beaucoup plus petite, puisqu'elle n'auroit produit aucune différence sensible dans l'espace de dix-huit ans, & il paroît effectivement que M. le Monnier inclineroit à la regarder comme très-petite.

SUR LA MANIERE

De concilier les Observations de Saint-Sulpice avec la diminution de l'obliquité de l'Écliptique.

Nous venons de rendre compte dans l'article précédent, des Observations solsticiales de M. le Monnier, & des inductions qu'il en tire contre la diminution de l'obliquité de l'écliptique, supposée de 45 secondes par siècle.

M. de la Lande ne pense pas cependant qu'on doive encore se presser d'abandonner la supposition d'une diminution constante dans l'obliquité de l'écliptique; & voici comment il prétend concilier cette diminution avec les observations faites au gnomon de Saint-Sulpice.

En supposant, d'après la comparaison des anciennes observations avec les modernes, d'après celles de M. l'abbé

de la Caille & celles de M. de la Lande, & enfin d'après la théorie Newtonienne, la diminution de l'obliquité de l'écliptique de 45 secondes par siècle, elle aura dû varier en dix-huit ans de 8 secondes; or 8 secondes répondent sur le marbre du gnomon à un espace d'une demi-ligne, & il est bien certain que cette diminution auroit dû y être apperçue, si on suppose l'instrument exempt de toute variation; mais M. de la Lande ne pense pas que cette supposition soit légitime, il a trouvé, par le calcul trigonométrique, qu'en supposant que le mur de face du portail qui supporte l'objectif ait baissé seulement d'une ligne, cette variation a dû faire absolument disparoître celle qui auroit été causée par la diminution réelle de l'obliquité de l'écliptique. Or, quelque bien fondé, quelque bien bâti que soit ce portail, est-il bien probable qu'un mur de quatre-vingts pieds de hauteur, dont le poids est immense & qui est encore chargé d'un portail assez massif, n'ait pu baisser en dix-huit ans d'une ligne, sur-tout un mur bâti depuis peu d'années, & qui n'a pas encore acquis toute sa consistance? Il est au contraire très-naturel de soupçonner qu'il a pu s'affaisser; & une des

plus grandes preuves qu'on puiſſe donner de ſa ſolidité, eſt qu'il ait varié ſi peu. M. de la Lande en conclut que les obſervations faites avec un quart-de-cercle de ſix pieds, bien diviſé, & qu'on peut vérifier en tout temps, doivent être préférées, pour des recherches auſſi délicates que celles dont il s'agit, à celles qu'on peut faire avec des gnomons même très-grands, qui ne peuvent jamais être exempts de quelque ſoupçon d'incertitude.

SUR LA CAUSE DU MOUVEMENT

Obſervé dans les Nœuds du troiſième & du quatrième Satellites de Jupiter.

Il eſt conſtant, par la théorie de l'attraction, qu'une Planète attirée par une autre, qui ſe meut du même ſens dans une orbite concentrique à la première, produit dans les nœuds de la première un mouvement en ſens contraire à celui de la Planète attirante.

Mais il faut bien faire attention que ce mouvement en ſens contraire eſt celui du nœud ou de l'interſection des deux orbites, & qu'il pourroit très-bien arriver que ce mouvement, rétrograde,

par exemple, ſur l'orbite de la planète attirante, devînt direct ſi on le rapportoit à l'interſection de l'orbite de la planète attirée avec un troiſième plan. Nous avons expliqué l'année dernière (1) toute cette théorie, en parlant d'un Mémoire de M. de la Lande ſur les Nœuds des Planètes principales; voici encore une application du même principe à la théorie du mouvement des Nœuds des Satellites de Jupiter. La ſagacité des Aſtronomes modernes & leur aſſiduité à bien obſerver, leur a fait déterminer, avec une préciſion preſque incroyable, la poſition des orbites des Satellites, leurs inclinaiſons, le lieu & le mouvement de leurs nœuds; le mouvement de ces nœuds eſt direct, quoique celui des nœuds de la Lune, Satellite de la Terre, ſoit rétrograde, c'eſt de cette différence qu'il eſt queſtion de rendre raiſon.

La Lune ſuit abſolument la règle que nous venons d'indiquer : l'attraction qu'elle éprouve de la part du Soleil rend le mouvement de ſes nœuds rétrograde ſur l'écliptique orbite de la planète attirante.

---

(1) *Voyez Hiſtoire 1761.*

Mais

Mais les Satellites de Jupiter sont dans un cas bien différent. L'action du Soleil sur eux est physiquement nulle, ou du moins si petite qu'on la peut négliger; le mouvement de leurs nœuds n'est par conséquent dû qu'à l'action mutuelle des Satellites les uns sur les autres : il devroit donc en résulter un mouvement rétrograde dans leurs nœuds, c'est-à-dire dans les intersections respectives de leurs orbites, & ce mouvement a effectivement lieu; mais ce que nous appellons *nœud d'un Satellite*, n'est pas l'intersection de son orbite avec celle d'un autre Satellite, mais celle de cette orbite avec celle de Jupiter, à laquelle on rapporte toutes celles des Satellites. Or M. de la Lande démontre que dans ce cas le mouvement rétrograde du nœud d'un Satellite sur l'orbite du Satellite attirant, en doit produire un direct dans le nœud du même Satellite sur l'orbite de Jupiter, conformément au principe dont nous avons parlé l'année dernière; & la théorie, qui sembloit, en ce point, contredire les observations, leur devient tout-à-fait conforme.

Il suit de-là que, suivant que les orbites auront des inclinaisons plus ou moins différentes, le mouvement des

nœuds augmentera ou diminuera. M. de la Lande fait voir qu'il y a un cas dans lequel le mouvement du nœud cesseroit absolument, du moins pour le quatrième Satellite; car il n'a appliqué la théorie qu'à ce Satellite & au troisième. Il suit encore que le mouvement des nœuds de ces deux Satellites sur l'orbite de Jupiter, doit être direct, celui seulement des nœuds du quatrième plus grand que celui du troisième, & qu'enfin ces mouvemens peuvent changer jusqu'au point de devenir nuls ou rétrogrades, si la situation respective des nœuds & des inclinaisons des orbites venoit à changer jusqu'à un certain point; on ne doit pas même regarder ceci comme une pure supposition : du mouvement des nœuds, il doit nécessairement résulter une variation dans les inclinaisons des orbites; mais M. de la Lande réserve cette discussion pour un autre Mémoire. Combien de bizarreries apparentes peut produire dans la Nature l'exécution constante d'un même loi!



SUR UNE NOUVELLE MANIÈRE

De trouver, avec une très-grande précision, le mouvement horaire de Vénus ou de Mercure dans leurs passages sur le Soleil.

UN des plus grands avantages de l'observation des passages de Vénus & de Mercure sur le Soleil, est de fixer avec la plus grande précision, l'inclinaison de l'orbite de ces planètes avec l'écliptique & la position de leur nœud. En effet, comme le nœud de ces planètes est toujours assez voisin de la conjonction dans ces observations, la trace de la planète sur le disque du Soleil, déterminée par les points observés, donne, avec une très-grande précision, cette portion de l'orbite de la planète, & par conséquent son inclinaison à l'écliptique & la position de son nœud: on a pour lors, presque sans calcul, plus de points de l'orbite en deux heures de temps qu'on n'en obtiendroit en plusieurs mois avec bien du travail hors de cette circonstance.

Mais il est nécessaire aussi, pour faire usage de cette circonstance si favorable,

de connoître, avec toute la précision possible, la quantité de mouvement que la planète fait en une heure, ce qu'on appelle son *mouvement horaire*. La moindre erreur dans cet élément pourroit en introduire de très-considérables dans les résultats, & par conséquent les Astronomes ne peuvent s'appliquer avec trop de soin à le rechercher.

Cette recherche, que M. de la Lande a entreprise, étoit d'autant plus nécessaire, que par les méthodes ordinaires on ne pouvoit guère s'assurer qu'à 10 ou 15 secondes près de la quantité de l'inclinaison de l'orbite, qu'on trouvera certainement avec bien plus de précision par la méthode de M. de la Lande, qui pourroit donner le mouvement horaire à un centième de seconde près, au lieu que le calcul ordinaire par les Tables y laisse toujours une demi-seconde d'incertitude. Nous disons qu'elle pourroit donner, car il faudroit pour cela que tous les élémens qu'on est obligé d'employer dans ce calcul fussent susceptibles de la même précision, mais en l'état où ils sont on en peut espérer une très-grande, & examiner, sans le secours des Tables, les différentes suppositions qu'on est obligé de faire & ce

qui doit résulter des élémens qu'on emploie directement à trouver le mouvement horaire & ses inégalités pendant le temps du passage; élément jusqu'ici négligé par les Astronomes, & dont le défaut a dû introduire bien des incertitudes dans leurs résultats.

Cette méthode, dont nous ne pouvons donner ici que la plus légère idée, consiste à rechercher, au moyen de l'excentricité & de la distance de la planète, supposées connues, quel doit être dans le temps donné le mouvement vrai de la planète. M. de la Lande trouve alors, par un calcul algébrique assez simple, ce qu'on doit ajouter ou retrancher de ce mouvement vrai pour avoir le mouvement moyen, & c'est ici la pierre de touche du calcul. Comme ce mouvement moyen est assez bien connu par les Tables, si le résultat qu'on obtient par le calcul, se trouve conforme au mouvement moyen qu'elles indiquent, on peut s'assurer que le calcul est bon; mais si au contraire il y avoit de la différence, il faudroit revenir sur ses pas, & chercher lequel des élémens a besoin d'être corrigé, ce qui se trouvera toujours assez facilement; après quoi on réduira le mouvement horaire

ainſi trouvé à l'écliptique, par le calcul trigonométrique.

Ce mouvement horaire eſt celui qu'obſerveroit un Aſtronome placé dans le Soleil; mais il eſt aiſé d'avoir celui qui doit être vu de la Terre. Comme ces deux Obſervateurs & la planète ſont en ce cas dans une même ligne droite, les mouvemens horaires qu'ils obſerveront ne peuvent différer qu'en ce qu'ils ſeront proportionnels aux diſtances, & en ce qu'ils les verront ſe faire dans des ſens oppoſés; il ne ſera donc queſtion que de les augmenter ou de les diminuer, & de tenir compte du changement apparent que le mouvement de la Terre y peut cauſer. Combien d'attentions néceſſaires pour la détermination des élémens de la théorie des planètes, dont on n'avoit pas, il y a moins d'un ſiècle, la plus petite connoiſſance!

OBSERVATION.

M. DE LA NUX, Correſpondant de l'Académie à l'iſle de Bourbon, a mandé à M. Pingré, qui l'avoit prié de comparer pluſieurs Étoiles du ciel auſtral, qu'il s'étoit ſervi pour cette opération

d'un moyen ſingulier. Ce moyen conſiſtoit à regarder les étoiles à travers des corps diaphanes un peu nébuleux & plus ou moins épais : telle étoile qui étoit viſible à travers un corps diaphane d'une certaine épaiſſeur, ceſſoit de l'être dès qu'on employoit un corps ſemblable, mais plus épais. Avec des tranſparens de diaphanéité égale, mais d'épaiſſeurs différentes & graduées, on pourroit parvenir à claſſer les étoiles d'une manière bien plus ſûre que par l'eſtime; on pourroit même s'aſſurer ſi de certaines étoiles qu'on ſoupçonne d'être variables, le ſont réellement, puiſqu'en cas d'augmentation ou de diminution de leur lumière, il faudroit employer des tranſparens plus ou moins épais. Ce moyen a paru aſſez ſimple & aſſez ingénieux pour mériter que l'Académie en fît part au Public, & invitât les Aſtronomes à en eſſayer l'uſage.

CETTE année parut un Ouvrage de M. de la Lande, intitulé : *Expoſition du Calcul aſtronomique*, *in*-12, à l'Imprimerie Royale.

L'Ouvrage duquel il eſt ici queſtion, n'eſt point un Traité complet du Calcul

astronomique; l'auteur a eu principalement en vue d'en faire un supplément au Livre de la Connoissance des mouvemens Célestes, qu'il publie chaque année par ordre de l'Académie.

La Connoissance des mouvemens Célestes, connue depuis long-temps sous le nom de *Connoissances des Temps*, contenoit, outre tout le détail des lieux du Soleil, de la Lune, des Planètes, &c. un assez grand nombre de Tables utiles. Lorsque M. de la Lande fut chargé en 1758 de cet Ouvrage, il jugea à propos d'y insérer des Tables nouvelles; mais comme elles auroient énormement grossi cet Ouvrage, qui doit relativement à ses usages être portatif, il fallut en supprimer d'autres qui cependant pouvoient avoir aussi leur utilité. Pour concilier, autant qu'il étoit possible, l'un & l'autre objet, il imagina de rassembler en un seul corps d'ouvrage toutes celles qu'on ~~auroit été obligé de répéter tous les~~ ans, & d'en faire, comme il le dit lui-même, *un supplément perpétuel à un Livre qui change chaque année*. Par ce moyen il s'est procuré le double avantage de ménager plus de place dans la Connoissance des mouvemens Célestes, pour y insérer les objets qu'il croyoit

devoir y placer, & de pouvoir traiter un peu plus au long ceux dont il a composé l'ouvrage dont nous avons à rendre compte.

Le Calendrier fait le premier article de ce Livre. Les mouvemens céleſtes étant la meſure de la durée du temps, il étoit bien juſte de commencer par en expliquer les principales diviſions & de faire voir avec quelle adreſſe l'induſtrie de l'homme a trouvé le moyen de s'en aſſurer : on n'a pas communément la moindre idée de tout le travail & de tout le génie qui ont été néceſſaires pour former des années, qui doivent néceſſairement être compoſées d'un nombre complet de jours, de manière qu'elles ne puſſent jamais s'écarter d'un ſeul jour de la révolution du Soleil, qui contient, outre les jours, des heures, des minutes & des ſecondes, & ce qui eſt encore plus difficile, de la révolution de la Lune, qui devient néceſſaire pour la célébration des Fêtes mobiles ; c'eſt cependant ce qu'il étoit queſtion de faire, & ce qu'on a fait réellement, lors de la réformation du Calendrier en 1582 ; elle ſera à jamais une époque mémorable dans les faſtes de l'Aſtronomie : M. de

la Lande en donne tous les principes. Lorſqu'on trouve dans un almanach les les principaux points du Calendrier énoncés pour une année, on eſt communément bien éloigné de penſer qu'il en ait tant coûté pour les y mettre.

Les années ſont compoſées de jours, mais les jours ſont compoſés d'heures, de minutes, de ſecondes, qui ſuivent, comme les degrés du cercle, la progreſſion ſexagéſimale, c'eſt-à-dire que ſoixante ſecondes valent une minute, ſoixante minutes un degré ou une heure, &c. Il doit donc arriver qu'on rencontre fréquemment dans le calcul, des fractions ſexagéſimales; on y rencontre auſſi très-ſouvent des fractions décimales. M. de la Lande donne la manière dont les unes & les autres, peu uſitées dans le calcul ordinaire, doivent être traitées.

Tous ceux qui ont la plus petite connoiſſance des Mathématiques, connoiſſent le calcul trigonométrique ordinaire, mais les nouvelles théories introduiſent ſouvent des équations, dans leſquelles les ſinus tangentes & ſécantes ſont repréſentés ſous une forme algébrique. M. de la Lande enſeigne à les faire reparoître ſous leur forme naturelle & à trouver

même dans l'occasion les sinus & les tangentes sans le secours des Tables : il donne de même, dans un autre article, le calcul des fractions par les logarithmes.

Muni de tous ces principes, M. de la Lande a donné, article par article, la manière de calculer presque tous les objets qui entrent nécessairement dans la Connoissance des mouvemens célestes, comme le commencement & la fin du Crépuscule, le point de l'horizon où le Soleil se lève & celui où il se couche, l'heure de son lever & celle de son coucher, les arcs semi-diurnes ou la portion de chaque parallèle diurne du Soleil, qui s'étend depuis le méridien jusqu'à l'horizon dans la latitude de Paris, la longitude du Soleil au midi de Paris & au midi de tous les lieux de la Terre, même à toutes les heures du jour, sa déclinaison, la distance de l'Équinoxe ou du premier point d'*Aries* au méridien, le temps moyen à l'instant du midi vrai, ou l'heure que marqueroit au midi indiqué par une méridienne une pendule réglée sur le mouvement moyen du Soleil; l'équation de l'horloge, le lieu de la Lune, son passage par le méridien de Paris, & celui de tel autre lieu donné qu'on voudra, le lever & le coucher de

cette Planète, la liste des observations à faire dans chaque mois, article bien important pour l'Astronomie & d'une commodité immense pour les Astronomes; le passage de la Lune par son apogée & par son périgée, très-important à connoître pour les marées; le passage des Planètes par leurs aphélies, par leurs périhélies, par leurs moyennes distances & par leurs nœuds; celui de Jupiter & de Saturne par les nœuds de leurs satellites, & celui de ce dernier par les nœuds de son anneau; le passage du Soleil par le parallèle des différentes Étoiles avec lesquelles on le peut comparer; son passage par les nœuds des Planètes qui servent tant à déterminer les inclinaisons de leurs orbes sur l'écliptique, les phases de Vénus, où il enseigne à calculer la quantité de lumière qu'elle doit avoir relativement à sa position, tant avec le Soleil qu'avec la Terre; les Étoiles nouvelles & celles qu'on nomme *changeantes*, parce qu'elles varient de grandeur & de lumière; la lumière zodiacale & le temps de ses apparitions, les longitudes & les latitudes des Planètes, les Éclipses des satellites de Jupiter & la manière de les observer, la manière de déterminer leur

situation apparante & d'en dresser la figure.

Tous ces objets & la manière de les calculer, forment une partie considérable de l'ouvrage de M. de la Lande : nous n'aurions pu entrer dans le détail de chacun sans excéder les bornes d'un extrait : nous nous contenterons de dire qu'il joint par-tout aux méthodes usitées les nouvelles découvertes & les nouvelles équations, qui sont à la fois le fruit de la théorie de la gravitation & celui de la précision des observations modernes, & nous nous hâterons de parler de quelques objets plus importans qui composent le reste de cet Ouvrage.

L'obliquité de l'écliptique est le premier. On sait combien les Astronomes ont été & sont encore partagés sur ce sujet; les uns regardent l'angle de l'écliptique comme constant, à la nutation près, ce mouvement de balancement qui la fait varier de 18 secondes en neuf ans, & dont nous avons parlé dans ce Volume; les autres au contraire regardent cet angle comme décroissant réellement. M. de la Lande embrasse le sentiment de ces derniers, & fixe cette quantité de diminution absolue à 47 secondes par siècle. En effet, nous

ſeulement les obſervations de pluſieurs célèbres Aſtronomes ſemblent l'indiquer, mais encore la même théorie qui donne la nutation, donne auſſi cette diminution abſolue; & ſi l'on adopte l'une, il ſemble inconſéquent de vouloir rejetter l'autre.

La poſition des étoiles eſt un des points principaux de l'Aſtronomie; c'eſt à elle qu'on doit comparer les planètes pour déterminer leurs mouvemens apparens; mais pour parvenir à fixer la poſition des étoiles, il eſt néceſſaire d'en avoir quelques-unes placées avec toute l'exactitude poſſible, auxquelles on puiſſe rapporter les autres; c'eſt en les comparant au Soleil, lorſqu'il paſſe dans leur parallèle, qu'on y parvient. M. de la Lande donne tout le détail de cette méthode; & pour en faire voir l'exactitude, il y joint une Table des poſitions de pluſieurs étoiles de la première grandeur, déterminées en des temps & des circonſtances différentes, & qui cependant diffèrent ſi peu qu'on les peut regarder comme parfaitement d'accord.

Il eſt bien évident que lorſqu'on veut comparer des obſervations d'étoiles, faites aujourd'hui, avec celles qui ont été faites anciennement, on doit avoir

égard à la préceſſion des équinoxes ou au mouvement par lequel les interſections de l'écliptique & de l'équateur reculent contre l'ordre des ſignes, puiſque ce mouvement les fait paroître s'avancer dans le ſens de la longitude.

Mais il eſt encore un autre mouvement par lequel l'écliptique change ſa poſition continuellement, elle y eſt ſollicitée à chaque inſtant par l'action des autres planetes, qui n'étant pas dans le même plan qu'elles, tendent à la détourner. Cette action générale, combinée de mille manières, forme cependant une action totale, qui altère d'une part l'obliquité dé l'écliptique, & de l'autre la régularité de la préceſſion des équinoxes, & c'eſt ce qu'on appelle *équation ſéculaire*, parce que la quantité n'en eſt déterminée que par ſiècles, elle échapperoit aux obſervations ſi on la prenoit par années. M. de la Lande en détaille ici la théorie & en détermine la quantité, qui, comme on voit, doit cauſer des variations dans les latitudes de preſque toutes les étoiles : il ajoute à cet article la manière de calculer l'heure du paſſage d'une étoile par le méridien à Paris & dans tel autre endroit qu'on voudra, & celle de trouver l'heure la

nuit par la ſituation des étoiles circompolaires.

M. de la Lande n'a pas oublié dans cet Ouvrage l'article des réfractions ; il donne l'hiſtoire abrégée de tout ce qui avoit été fait ſur cette matière depuis la Table publiée en 1684 par Jean-Dominique Caſſini juſqu'à M. l'abbé de la Caille, l'Aſtronome peut-être qui ait le plus contribué à éclaircir cette importante matière ; il rend compte de la méthode dont il s'eſt ſervi pendant ſon voyage au Cap, & dont nous avons parlé en 1755 (1) : il y rappelle la variation que M. l'abbé de la Caille a obſervée dans la réfraction qui dépend de la peſanteur & de la température de l'air : il y parle de la grande réfraction obſervée par M. Bouguer, lorſque les aſtres ſe peuvent voir au-deſſous de l'horizon & en indique la théorie, expliquée plus au long dans l'Hiſtoire de l'Académie de 1749 (2) : il y joint la manière de déterminer l'accourciſſement que les refractions cauſent aux diamètres du Soleil & de la Lune inclinés à l'horizon ; objet important dans bien des occaſions où

(1) *Voyez Hiſtoire 1755.*
(2) *Idem. 1749.*

l'on peut avoir besoin d'obtenir ces diamètres avec une très-grande exactitude.

Une des opérations les plus familières aux Astronomes, est celle des hauteurs correspondantes du Soleil. On sait que le moyen le plus usité pour connoître l'instant du vrai midi, est de prendre le matin des hauteurs du Soleil, en marquant l'heure à la pendule, & de reprendre les mêmes hauteurs après midi, & que l'intervalle de temps compris entre les deux observations de chaque hauteur, étant partagé en deux, donne l'instant du passage du Soleil par le méridien; mais cette méthode suppose que le Soleil ne change pas sensiblement de déclinaison d'un moment à l'autre, & hors le temps des solstices il en change continuellement. Il faut donc corriger le midi trouvé par les hauteurs correspondantes, & M. de la Lande enseigne à calculer & à determiner les termes de cette équation.

Lorsqu'on observe la hauteur d'un Astre dans la lunette du quart-de-cercle, le fil horizontal est nécessairement dans le plan d'un grand cercle, qui passe par l'Astre & par l'œil; ce fil donc s'écarte nécessairement vers ses bords, du cercle parallèle à l'horizon, qui est

un petit cercle : or comme il arrive souvent que la hauteur n'est pas prise au centre de la lunette, il est nécessaire de corriger cette hauteur observée, si on veut avoir la véritable. M. de la Lande enseigne à calculer cette correction, qu'il applique aussi à l'erreur causée dans un quart-de-cercle par le non-parallélisme des lunettes & du plan de l'instrument.

Il arrive souvent qu'on ne peut pas prendre la hauteur d'un Astre au moment de son passage par le méridien, mais seulement quelques minutes avant ou après; alors il est nécessaire de réduire la hauteur observée à celle que l'Astre auroit eue s'il avoit été observé au méridien. M. de la Lande enseigne l'art de faire cette réduction & d'en déterminer la quantité.

L'aberration, ce mouvement apparent si singulier des étoiles & des planètes, découvert par feu M. Bradley, ne pouvoit manquer de trouver place dans l'ouvrage de M. de la Lande; il y donne un abrégé des principes sur lesquels en est fondée la théorie, & la manière d'en déterminer la quantité par le calcul; mais comme l'Académie a déja rendu compte de cette matière

dans les Histoires de 1737 (1) & de 1746 (2), & que d'ailleurs les principes de l'aberration se trouvent dans l'Éloge de M. Bradley, imprimé à la fin de cette Histoire; nous prions le Lecteur de vouloir bien y avoir recours.

Nous en userons encore de même à l'égard de la nutation de l'axe terrestre, dont nous avons en 1745 (3) exposé les principes qui se retrouvent encore dans le même Éloge de M. Bradley.

Le diamètre de la Lune se peut obtenir, comme celui du Soleil, par le temps qu'il met à passer par le méridien; mais ce diamètre ainsi déterminé, est sujet à une correction : le mouvement propre de la Lune est assez vif pour que la portion qu'elle parcourt pendant le temps de son passage soit sensible, & que par conséquent le temps de ce passage en soit augmenté; il faut donc diminuer le diamètre de la Lune, déterminé par cette voie, & M. de la Lande enseigne la manière de déterminer cette diminution.

Le même diamètre de la Lune souffre

---

(1) *Voyez Histoire 1737.*
(2) Idem. *1746.*
(3) Idem. *1745.*

encore une variation très-réelle, à raison de sa hauteur sur l'horizon : comme l'Observateur n'est pas placé au centre de la Terre, mais à la surface, il est évident que lorsque la Lune est à son zénith, elle est plus proche de lui de tout le rayon de la Terre que lorsqu'elle est à l'horizon; le diamètre de la Lune va donc en croissant depuis que la Lune se lève jusqu'à sa plus grande élévation, & M. de la Lande donne les règles nécessaires pour déterminer la quantité de cette évaluation à chaque degré d'élévation de la Lune.

La proximité de la Lune à la Terre est assez grande pour que de deux Observateurs placés en deux endroits différens, l'un voie la Lune couvrir une partie du disque du Soleil ou une étoile, tandis que l'autre l'en verra encore éloignée; il ne suffit donc pas d'avoir déterminé dans le ciel la route du Soleil & de la Lune, telle qu'elle seroit vue du centre de la Terre, il faut réduire la route de la Lune à la route apparente, en la corrigeant par la parallaxe, si on veut obtenir les phases d'une éclipse, telles que les voit un spectateur placé à la superficie du globe dans un point donné : c'étoit la méthode des Anciens;

mais quoiqu'on lui préfère ordinairement l'ingénieuse manière de déterminer les phases par les projections, dont l'Astronomie est redevable au célèbre Jean-Dominique Cassini, cependant M. de la Lande a eu d'autant plus de raison d'en parler dans son Ouvrage, qu'elle avoit besoin d'une correction essentielle. Toutes les règles, données pour employer les parallaxes, supposoient la Terre sphérique, & quoiqu'elle ne s'écarte que peu de la sphéricité, cependant il est nécessaire d'y avoir égard; & non-seulement M. de la Lande a donné les principes de la méthode, mais encore ceux sur lesquels est fondée la correction qu'exige la non-sphéricité de la Terre, & la manière de l'appliquer pour déterminer les phases des éclipses de Soleil, & de celles des étoiles fixes par la Lune; il y ajoute celle de trouver, par le moyen de ces éclipses, la longitude des lieux où elles auront été observées & les erreurs des Tables de la Lune, en employant la méthode des parallaxes : nous disons en employant cette méthode, parce que feu M. Cassini avoit donné en 1705 (1) les moyens de

(1) *Voyez Histoire 1705.*

déterminer la même chose, en se servant des projections. Non-seulement on peut tirer ces résultats de l'observation des éclipses des fixes par la Lune, mais on peut encore les obtenir par la même voie, en observant exactement la distance à ces étoiles, lorsqu'elle s'en approche fort près sans les éclipser, & M. de la Lande enseigne à employer pour ces observations l'héliomètre de M. Bouguer, dont nous avons parlé en 1748 (1).

Jusqu'ici nous n'avons parlé que des éclipses de Soleil, celles de Lune méritoient bien l'article séparé que M. de la Lande leur a donné dans son ouvrage. Il rapporte ce que M. le Gentil avoit dit en 1755 de l'inégalité du diamètre de l'ombre de la Terre, suivant la partie du globe qui porte son ombre sur la Lune, & dont nous avons rendu compte dans l'Histoire de la même année (2).

On emploie ordinairement, pour reconnoître les taches de la Lune, une figure ou carte lunaire où elles sont comprises & représentées telles qu'on les voit, avec une lunette à deux verres convexes : ces taches servent non-seu-

(1) *Voyez Histoire 1748.*
(2) Idem. *1755.*

lement à multiplier les phafes des éclipfes, en obfervant leur entrée & leur fortie de l'ombre, mais encore des points auxquels on compare les Aftres qui approchent de la Lune ou qui fe plongent deffous; mais pour ce dernier ufage, il faut avoir égard à un mouvement de la Lune, qui fait qu'elle nous tourne tantôt un peu plus, tantôt un peu moins de fa partie invifible; cette efpèce de balancement fe nomme *libration*. M. de la Lande en donne la caufe & les règles; mais comme ce fujet avoit été déjà traité en 1721 par M. Caffini, & que l'Académie en a rendu compte au Public dans fon Hiftoire de la même année (1), nous n'en ajouterons rien ici.

Il n'eft perfonne qui ne connoiffe, au moins de réputation, le fameux problême de l'obfervation des Longitudes en mer; M. de la Lande en a fait un article de fon Ouvrage, dans lequel il donne un abrégé des tentatives qui ont été faites pour le réfoudre, & fur-tout de la manière de les trouver par les diftances de la Lune aux étoiles; mais quelque intéreffante que foit cette matière,

(1) *Voyez Hiftoire 1721, 52.*

comme on la trouvera traitée à fond dans l'Hiſtoire de 1759, d'après un Mémoire de M. l'abbé de la Caille, nous prions le Lecteur de vouloir bien y recourir.

Cet article eſt ſuivi d'une hiſtoire abrégée des travaux & des découvertes de l'Académie ſur la grandeur & ſur la figure de la Terre. Cet objet ſi important pour l'Aſtronomie, la Géographie & la Navigation, eſt preſque entièrement le fruit de ſes ſoins & ſera à jamais un monument à la gloire de la Nation françoiſe; la mieux méritée eſt certainement celle qui réſulte des ſervices rendus à l'humanité. M. de la Lande joint à la détermination de la figure de la Terre & de la grandeur du degré, celle de la longueur du pendule dans les différens endroits, & la vérification de la baſe & du degré obſervé en France, entre Paris & Amiens; la différence de poſition ſur le globe n'eſt pas la ſeule cauſe qui puiſſe faire accélérer une pendule; le chaud & le froid font alonger ou raccourcir les métaux, & par conſéquent la verge du pendule; il faut donc de temps en temps en changer la longueur, & M. de la Lande détermine que pour faire avancer une pendule à ſeconde d'une minute par jour, il faut raccourcir

le

le pendule d'environ ſix centièmes de ligne.

Le dernier article de l'Ouvrage de M. de la Lande a pour objet la variation de l'aiguille aimantée : on ſait que cette variation eſt différente, ſuivant les temps & ſuivant les lieux. M. de la Lande rend compte de ces variations & de la manière dont M. Albert Euler (fils du célèbre M. Euler, Membre de cette Académie) rend raiſon de la figure bizarre des lignes qui paſſent par les points d'égale déclinaiſon, telles qu'elles ſont tracées dans la Carte de feu M. Halley, dont M. de la Lande donne auſſi une idée avec la note des fautes qui peuvent s'y trouver. Il ſeroit difficile que la première tentative d'un travail de cette eſpèce en fût totalement exempte.

Cet article eſt, comme nous l'avons dit, le dernier du Volume, le reſte ne contient plus que des Tables : la plus grande partie eſt occupée par les Tables du Soleil de feu M. l'abbé de la Caille ; elles ſont ſuivies d'une grande quantité d'autres Tables, relatives pour la plupart aux différens objets dont nous venons de parler & qui tendent à diminuer ou à faciliter le calcul. M. de

la Lande a poussé si loin l'attention sur cet article, qu'il a donné à la fin de cet Ouvrage les nombres & les logarithmes les plus fréquemment usités dans le calcul : pour épargner à son lecteur la peine de les chercher, il y a joint la position des principaux endroits de Paris où l'on a observé. En un mot, on peut dire qu'il n'a rien oublié de ce qui pouvoit contribuer à remplir l'objet qu'il s'étoit proposé.

Cet Ouvrage ayant, suivant son intention, laissé plus de place dans le livre annuel de la Connoissance des mouvemens célestes, M. de la Lande en a profité pour placer dans la Connoissance des mouvemens célestes de 1764, qui a paru dès cette année, plusieurs articles intéressans, tels qu'une nouvelle méthode pour calculer les Éclipses, avec des Tables très-commodes pour en abréger les opérations ; des remarques sur les inégalités des satellites de Jupiter, avec des Tables détaillées de ces inégalités ; un avertissement sur la grande Éclipse du premier Avril ; le résultat des observations du passage de Vénus sur le Soleil ; des Remarques nouvelles sur la constructions des thermomètres ; des Observations sur les effets

de l'attraction & sur le flux & le reflux de la mer ; les élémens de la Comète de 1762, calculée par M. de la Lande sur ses propres observations ; une nouvelle Table pour trouver la distance de la Lune à *Regulus*, une autre pour trouver le passage de la Lune au méridien, & enfin une Table de logarithmes logistiques ou sexagésimaux, pour calculer sans aucune réduction les parties proportionnelles des degrés, heures, minutes & secondes ; & quoique cette dernière eût été déja publiée plusieurs fois, c'est cependant un grand avantage d'en multiplier l'usage & de procurer aux Astronomes l'avantage de l'avoir toujours sous leur main. Plus on peut procurer de facilité au calcul, plus on procure en même temps d'avantages à l'Astronomie.

HYDRAULIQUE.

Sur la possibilité d'amener à Paris douze cents pouces d'eau.

RIEN n'est peut-être plus avantageux à une grande ville, que d'être pourvue dans ses différens quartiers d'une quantité

de bonne eau suffisante pour fournir non-seulement aux besoins journaliers des Citoyens, mais encore, s'il est possible, au nettoyement des rues, & par-dessus tout, aux incendies qui peuvent arriver, & dont les progrès ne sont ordinairement si rapides que parce qu'on n'a pas eu assez promptement de l'eau pour en arrêter les commencemens.

Les Romains en étoit si persuadés qu'ils n'épargnoient ni peines ni dépense pour procurer cet avantage aux villes de leur domination : nous avons en France au moins vingt-deux villes où l'on trouve encore des vestiges considérables des travaux immenses qu'ils avoient faits pour y amener des eaux, travaux qui sont encore aujourd'hui l'étonnement & l'admiration des Connoisseurs.

Quelque peu considérable que fût alors la ville de Paris, elle n'avoit pas échappé à leurs soins; on voit encore derrière l'aqueduc d'Arcueil & dans quelques endroits de la plaine, même dans la cour de l'Observatoire, des vestiges du canal qui amenoit à Paris les eaux de Rungis ; & pour le dire en passant, ce canal n'est point formé par

des dales de pierres jointes ensemble, mais par un massif continu de petits cailloux joints par un ciment d'une dureté singulière.

Sans même aller chercher si loin des exemples, voyons ce qui s'est fait sous nos yeux, &, pour ainsi dire, de nos jours.

Pour amener à Paris environ soixante pouces d'eau que pouvoient alors produire les eaux de Rungis, Marie de Médicis a fait construire au commencement du dernier siècle un aqueduc voûté de trois lieues de long, soutenu à la vallée d'Arcueil par un pont immense, & qui égale certainement en beauté & en solidité les plus beaux ouvrages des Romains.

La ville de Montpellier vient de faire construire, sous la direction de M. Pitot, de cette Académie, un aqueduc de sept mille quatre cents toises de long, qui passe à travers un tertre de roc très-dur, qu'on a cependant percé & voûté par sous-œuvre, & dans lequel il se trouve plusieurs ponts-aqueducs, dont un à double rang d'arches les unes sur les autres. On a fait sous la direction du même Académicien, un ouvrage à peu près semblable à Carcassonne : plusieurs

villes du royaume travaillent à ſe procurer le même avantage ; n'y auroit-il donc que la Capitale du royaume, où le nombre des habitans & l'affluence des Étrangers rendent les beſoins plus preſſans & les accidens plus à craindre, qui en ſeroit privée ? Examinons ceci d'un peu plus près ; la quantité d'eau néceſſaire à une ville eſt évaluée à un pouce d'eau par mille habitans ; ce calcul en donne environ à chaque perſonne vingt pintes par jour, pourvu qu'on ne la laiſſe pas perdre pendant la nuit ; cette quantité, un peu trop grande peut-être pour les ſimples Bourgeois & un peu trop petite pour les grandes Maiſons, eſt en général ſuffiſante ; mais il en faut encore réſerver pour le nettoiement des rues, pour leur arroſement en été, & pour le cas des incendies où elle eſt abſolument néceſſaire.

Suivant ce calcul, Paris, dans lequel on ſuppoſe huit cents mille habitans, devroit avoir pour les beſoins journaliers huit cents pouces d'eau, ſans compter ce qui ſeroit néceſſaire pour le nettoyage des rues & pour les cas d'incendie, & nous allons bientôt voir combien il s'en faut qu'il n'en ait cette quantité.

La pompe du pont Notre-Dame donne cent à cent vingt-cinq pouces d'eau, l'aqueduc d'Arcueil environ cinquante, la Samaritaine vingt-cinq à trente, les ſources du pré Saint-Gervais douze à quinze, & Belleville dix; en prenant donc tout au plus fort, on aura au total deux cents trente pouces d'eau, quantité bien différente de celle de huit cents pouces qui ſeroit néceſſaire; il faut même défalquer une quantité conſidérable des deux cents trente pouces dont nous venons de parler, les trois quarts de celle d'Arcueil appartiennent au Roi, de même que toute celle de la Samaritaine; il eſt vrai qu'une grande partie eſt donnée à des maiſons particulières, & qu'une autre partie eſt diſtribuée au Public à la croix du Trahoir, au Palais-royal, au Luxembourg & en quelques autres endroits, & on doit encore ſupprimer en entier les dix pouces de Belleville, qui n'étant pas de bonne qualité, ne ſervent qu'à laver l'égout du pont-au-choux; ainſi, toute compenſation faite, c'eſt beaucoup ſi Paris a cent quatre-vingts ou deux cents pouces d'eau effectifs.

Ce n'eſt pas encore tout, la pompe du pont Notre-Dame qui fournit plus

de la moitié de cette quantité peut manquer tout-à coup ; une inondation, une débacle peuvent entraîner en un inſtant toute la tour de charpente qui la ſupporte, & qui eſt en aſſez mauvais état ; un bateau de foin embrâſé peut y mettre le feu, & on n'a ſûrement pas encore perdu l'idée de l'incendie arrivé de nos jours au Petit-pont, qui ne fut cauſé que parce qu'un bateau de foin embrâſé s'arrêta à des bois qui avoient été mis en 1627 ſous ce pont pour en fortifier une arche ; s'il avoit pris ſon cours par l'autre bras de la rivière, il eût été indubitablement porté ſous la pompe, & auroit cauſé un incendie d'autant plus dangereux, qu'il ne ſe ſeroit pas trouvé, comme au Petit-pont, l'énorme maſſe de pierre du petit Châtelet pour arrêter le feu ; d'ailleurs ces machines embarraſſent la navigation, elles augmentent les inondations quand la rivière eſt très-forte, elles ne donnent qu'une quantité d'eau peu proportionnée aux beſoins de Paris, ſont ſujettes à chômer par bien des circonſtances, exigent des dépenſes conſidérables pour leur entretien, & ſont enfin expoſées au feu & à bien des accidens qui peuvent les détruire en un inſtant.

Ce feroit donc rendre à la ville de Paris un fervice confidérable, que de lui procurer les moyens d'amener à la même hauteur que l'eau d'Arcueil une quantité d'eau fuffifante pour tous fes befoins ; & c'eft précifément auffi ce que M. Deparcieux a voulu faire par le projet dont il a fait part à l'Académie, au moyen duquel il efpère y conduire en tout temps au moins douze cents pouces d'eau courante & propre à tous les ufages, & cette eau eft celle de la rivière d'Yvette, prife à environ fept lieues de Paris.

Les différentes parties qu'on doit examiner dans un femblable projet, font la quantité & la qualité de l'eau qu'on fe propofe de conduire, la poffibilité de l'amener réfultante des nivellemens & de la manière de vaincre les obftacles qui peuvent s'oppofer à la conduite, enfin les frais néceffaires pour l'exécution.

Pour s'affurer de la quantité d'eau que peut donner cette rivière, M. Deparcieux a foigneufement examiné celle qui fortoit des vannes des moulins, & il a trouvé qu'il paffoit à Vaugien, où il compte prendre l'Yvette, plus de mille pouces d'eau, & plus de deux cents au-

ruiſſeau de Gif qu'il compte y joindre, le tout dans le temps des plus baſſes eaux ; mais quand on ſuppoſeroit que l'Yvette n'en donnât que huit cents pouces, & le ruiſſeau de Gif que cent quatre-vingts, on auroit encore près de mille pouces ; & M. Deparcieux eſtime à plus de deux cents pouces celle qui dérivera néceſſairement dans les fouilles qu'il faudra faire pour le canal dans un terrein qui eſt effectivement rempli de ſources. On aura donc de l'eau en aſſez grande abondance pour en donner à toutes les Maiſons royales, quadrupler les fontaines publiques, en céder à bon marché aux maiſons des Particuliers qui en voudront, & pour ſupprimer les pompes du pont Notre-Dame & de la Samaritaine.

Pour l'examen de la qualité de l'eau, M. Deparcieux a commencé par en boire lui-même, ſans lui trouver d'autre mauvaiſe qualité que le goût de marais qu'ont toutes les petites rivières, & qu'on peut leur ôter aiſément en les débarraſſant de ce qui le leur donnoit, comme nous le verrons bientôt ; mais pour être plus ſûr de la bonne qualité de cette eau, il a engagé Mrs Hellot & Macquer, de cette Académie, à la

soumettre aux épreuves chymiques, & il se trouve par le résultat de leur procès-verbal, que M. Deparcieux a fait imprimer à la fin de son Mémoire, 1°. que l'eau de l'Yvette ne contient aucunes substances sulfureuses, aucun acide ni alkali libres, aucunes parties ferrugineuses, cuivreuses ni métalliques de quelque espèce que ce soit; 2°. que cette eau ne contient aucune autre matière qu'un peu de sélénite, en même quantité qu'en contiennent les eaux de la Seine, & de toutes les autres rivières & sources qu'on emploie par-tout à tous les besoins de la vie; 3°. enfin que le goût de marais qu'on y observe y est accidentel & étranger, & qu'il se peut dissiper aisément par la chaleur, par le froid même, par la simple exposition à l'air, & qu'il y a tout lieu de présumer qu'en prenant les précautions indiquées par M. Deparcieux, on peut mettre cette eau au rang des eaux ordinaires de rivières très-saines & très-bonnes à boire.

Ce témoignage étoit certainement suffisant pour constater la bonté des eaux de l'Yvette; il s'est trouvé cependant des personnes assez prévenues pour soutenir que le goût de marais étoit

tellement inhérent à l'eau, qu'on ne pouvoit absolument l'en séparer. L'expérience étoit trop aisée à faire pour la négliger ; non-seulement elle a été répétée par M. Deparcieux, mais même M. le Prévôt des Marchands & M. de Sartine, Lieutenant de Police, ont voulu la faire eux-mêmes, & ils ont trouvé que cette eau, exposée simplement à l'air & au Soleil, perdoit absolument, au plus tard en cinq jours, tout le goût de marais qu'elle avoit.

En effet, les grandes rivières n'ont ordinairement peu ou point de ce goût; elles ne sont cependant composées que des eaux de sources & de petites rivières qui y affluent, & qui en sont presque toutes fortement affectées : comment donc peut-on supposer que ce goût ne se perde point, puisque la seule circonstance de couler dans un plus grand lit le leur ôte si facilement ? Il ne faut pas même beaucoup de réflexion pour en démêler la cause; les eaux des petites rivières sont arrêtées à chaque pas dans leur cours par des coudes, des racines, des digues, des éclusées de moulin qu'on ne vuide presque jamais, & par conséquent obligées de séjourner sur la vase, des bois, des feuilles pourries, dont

elles ne manquent pas de prendre le mauvais goût ; les trous où l'on met rouir le chanvre, les prés qu'elles couvrent dans leurs inondations, peuvent encore communiquer une ſaveur déſagréable ; mais quand ces mêmes eaux ſont une fois parvenues dans une rivière navigable, alors tous ces inconvéniens ceſſent ; elle coulent avec vîteſſe, ſans obſtacle, ſur un lit exempt de matières étrangères ; ce mouvement & l'expoſition à l'air & au Soleil, leur auront donc bientôt enlevé ce goût qu'elles avoient contracté par toutes les circonſtances dont nous venons de parler. Celles de l'Yvette auxquelles le goût de marais n'eſt pas plus adhérent, le perdront donc ſûrement dès qu'elles couleront dans un lit exempt de tout ce qui pourra le leur communiquer ; & cela d'autant plus aiſément qu'on aura attention de nettoyer le canal de temps en temps. Au moyen de toutes ces précautions, on peut aſſurer que ces eaux ſeront bonnes, ſaines & certainement de meilleure qualité que celle de la Seine, qui, dans l'endroit où la puiſent les pompes & ceux où les porteurs d'eau la prennent, eſt chargée de l'égout de l'Hôpital général, de ceux qu'y amène

la rivière des Gobelins, & d'une infinité d'autres égouts de Paris. M. Deparcieux invite tous ceux qui s'intéreſſent au bien public à en faire eux-mêmes l'expérience, pour ſe convaincre que l'eau de l'Yvette perd en peu de jours ſon goût de marais & devient une des meilleures eaux qu'on puiſſe boire.

Le troiſième article à examiner eſt celui de la poſſibilité de la conduite, & celui-ci a deux chefs; il faut que l'eau de l'Yvette, dans l'endroit où on la prendra, ſoit aſſez haute pour qu'on puiſſe lui ménager la pente néceſſaire pour la faire arriver à l'endroit de Paris où l'on ſe propoſe de la conduire, & qu'il ne ſe trouve en chemin aucun obſtacle inſurmontable. M. Deparcieux s'eſt aſſuré du premier, 1°. en meſurant avec exactitude la chûte des moulins qui ſe trouvent ſur l'Yvette juſqu'à ſa jonction avec la Seine, la pente de cette rivière depuis Juviſi juſqu'au pont de l'Hôtel-Dieu, & enſuite la hauteur du ſol de la rue Saint-Hyacinthe, où il ſe propoſe d'établir le point d'arrivée, au-deſſus du niveau de la rivière; il réſulte de cet examen, dont M. Deparcieux donne tout le détail, que l'eau de l'Yvette, priſe à Vaugien, eſt plus haute

de ſeize pieds que l'arrivée de l'eau d'Arcueil à Paris : à cette différence, on doit ajouter la pente qui la fait couler de moulin en moulin. M. Deparcieux s'eſt aſſuré de cette pente, en examinant la vîteſſe de l'eau dans les différens endroits ; & comme l'Yvette coule actuellement par un chemin très-tortueux, très-embarraſſé, & d'environ trente mille toiſes de long, il eſt évident qu'elle coulera avec une vîteſſe preſque double, quand le chemin qu'elle aura à faire n'aura plus que dix-ſept à dix-huit mille toiſes, & qu'il ſera débarraſſé de tout obſtacle, & conſidérablement redreſſé. On auroit donc, abſolument parlant, aſſez de la pente de moulin en moulin pour la conduire ; & les ſeize pieds de hauteur abſolue que nous avons trouvés ci-deſſus, ſont en bénéfice & rendent ſeulement l'opération plus ſûre & plus facile.

La conduite de ces eaux ne préſente pas de plus grandes difficultés. M. Deparcieux ſe propoſe de conduire les eaux depuis Vaugien juſqu'à la montagne qui ſépare Palaiſeau & Maſſi, dans un canal ouvert, maçonné aux deux côtés & au fond ; l'eau, avant que d'y entrer, paſſera dans un eſpace auſſi maçonné

mais un peu plus creux que le reſte du lit de la rivière, où elle dépoſera une partie des matières étrangères qu'elle peut contenir & qu'on enlevera de temps en temps; elle paſſera enſuite dans le canal, en traverſant un eſpace rempli de ſable & de cailloux, où elle achevera de ſe nettoyer, & le canal ſera défendu des eaux pluviales, des beſtiaux & même des hommes, par des foſſés qui l'accompagneront dans toute ſa longueur, & par des haies d'épines qu'on aura ſoin d'entretenir; on aura ſoin de même d'en détourner tous les égouts des lieux proche deſquels on paſſera. Cette première partie n'offre d'autres difficultés à vaintre que quelques blocs de grès aſſez gros, qu'il faudra caſſer, mais qui fourniront auſſi une bonne partie des matériaux néceſſaires. L'eau arrivée au pied de la montagne, continuera ſa route dans un aqueduc voûté, qui percera la montagne à environ cinquante pieds de profondeur & qui, ſelon les circonſtances, ſe fera à tranchée ouverte ou par ſous-œuvre. Ceux qui ne connoiſſent pas cette ſorte de travail, ſeront effrayés de la propoſition de percer un canal à travers une montagne à plus de cinquante pieds au-

dessous de son sommet, & dans la longueur de cinq à six cents toises: mais on les prie de vouloir bien considérer que les ouvrages de cette espèce ne sont pas si rares qu'on pourroit se l'imaginer: le Canal Royal traverse la montagne de Malpas par une voûte d'une hauteur & d'une grandeur prodigieuse, faite par sous-œuvre. La montagne de Sataury près Versailles, est percée de deux aqueducs semblables à celui que propose M. Deparcieux, & qui pris ensemble, font presque trois fois la longueur de celui-ci, & tous les environs de Versailles sont remplis de semblables travaux faits par sous-œuvre ou à tranchée ouverte.

Au sortir de l'aqueduc voûté, les eaux se rendront dans un canal découvert, qui, après avoir passé au bas de Massi, suivra la côte droite de la Bièvre & viendra croiser le grand chemin d'Orléans un peu au dessous de celui de Massi: la gorge de Frêne feroit là un obstacle à la continuation de son cours, on y remédiera par un pont aqueduc semblable à celui d'Arcueil, qui n'aura guère qu'une quarantaine de pieds d'élévation. Le canal continuera le long de la côte, côtoyant l'ancien aqueduc voûté qui vient de Rungis: il traversera en-

ſuite le pont-aqueduc d'Arcueil, quelques pied au-deſſus de ſa rigole ; au moyen d'une nape de plomb qui conduira l'eau dans un nouveau pont-aqueduc, accolé à la partie ſeptentrionale de l'ancien, & au ſortir de ce pont-aqueduc, l'eau entrera dans un aqueduc voûté & ſoûterrain, qui accompagnera l'ancien juſqu'à ſon arrivée à Paris, tant pour ſuivre la route qui a été trouvée la plus convenable pour la conduite de l'eau, que parce que tout ce qui avoiſine l'ancien aqueduc n'a pas été fouillé par les Carriers, au lieu que le reſte de la plaine l'a été.

En arrivant à Paris, le nouvel aqueduc paſſera entre le grand chemin & le château d'eau, traverſant le jardin des Dames de Port-Royal juſqu'à la rue de la Bourbe, où les eaux commenceront à entrer dans une conduite de tuyaux d'un très-grand diamètre, qui paſſeront à découvert par les jardins des Carmelites, de Saint-Magloire & de quelques autres maiſons, pour venir aboutir vers le milieu de la rue Saint-Hyacinthe, où ſe fera la première diſtribution dans les différens quartiers de Paris, & d'où le trop plein, quand il y en aura, pourra s'écouler à la rivière par la rue de la Harpe.

Dans toute la partie découverte du canal, on ménagera, de mille en mille toiſes, ce que M. Deparcieux nomme des *repos*, c'eſt-à-dire des endroits où le canal aura plus de profondeur : ces repos recevront la plus grande partie des matières hétérogènes que l'eau pourroit entraîner ; ils ſeront garnis de vannes & de ſoupapes pour faire écouler l'eau en cas de beſoin : & quand il ſera queſtion de nettoyer la partie du canal qui précédera un repos & ce repos même, on abaiſſera au haut de cette partie une vanne, qui ne laiſſera couler d'eau que ce qu'il en faudra pour favoriſer le nettoyement. En nettoyant à des jours différens les diverſes parties du canal, & faiſant cette opération un peu promptement, on ne s'appercevra preſque d'aucune diminution d'eau.

La manière dont M. Deparcieux propoſe de conſtruire la maçonnerie de l'aqueduc voûté qui doit conduire les eaux, tant ſous la montagne de Palaiſeau que depuis Arcueil juſqu'à la rue de la Bourbe, mérite bien d'être décrite. On fait ordinairement ces aqueducs en galerie, ayant deux pieds-droits ſurmontés d'une voûte, & l'eau paſſe dans une rigole pratiquée au fond, mais il arrive

ſouvent que la pouſſée des terres enfonce les pieds droits & occaſionne des réparations incommodes & diſpendieuſes : pour remédier à cet inconvénient, M. Deparcieux fait ſon aqueduc en forme d'un long tuyau elliptique, de la coupe duquel le grand axe eſt vertical : la moitié inférieure, deſtinée à ſervir de canal, eſt ſupportée par un maſſif de maçonnerie & revêtue de grès ou de pierre taillée en coupe ; c'eſt une voûte renverſée : la moitié ſupérieure eſt ſimplement voûtée en molière avec des arcs de pierres ou de grès de diſtance en diſtance. Par ce moyen, toutes les pierres étant buttées les unes contre les autres, la pouſſée des terres ne pourra avoir d'autres effets que de les ſerrer ; tout au moins cette conſtruction réſiſtera-t-elle beaucoup plus que la bâtiſſe ordinaire.

On juge bien que M. Deparcieux n'a pas oublié de placer dans les endroits convenables des déverſoirs ou vannes pour faire écouler les eaux lorſque quelques réparations obligeront de mettre une partie du canal à ſec : ſans cette précaution, les réparations deviendroient preſque impraticables : les mêmes déverſoirs débaraſſerront auſſi de l'eau

ſuperflue qui pourroit ſurcharger le canal dans les temps des crûes d'eau. On n'avoit pas été juſqu'ici aſſez heureux pour avoir cet inconvénient à craindre.

Comme une des principales cauſes du mauvais goût des eaux, eſt le ſéjour des feuilles qui après avoir flotté quelque temps ſur l'eau, s'y enfoncent & s'y pourriſſent, M. Deparcieux place, d'eſpace en eſpace, des barres armées de longues dents de fer qui traverſent le canal & dont les dents entrent dans l'eau & arrêtent tout ce qui peut y flotter, que des gens prépoſés pour cela auront ſoin d'enlever journellement.

Un grand inconvénient pour le canal, feroit que les eaux pluviales y découlaſſent des terres voiſines, elles altéreroient néceſſairement la pureté de l'eau par la vaſe & les autres matières qu'elles y entraîneroient; mais les foſſés pratiqués le long du canal recevront ces eaux étrangères & les feront écouler.

M. Deparcieux penſe cependant qu'on pourroit, en cas de beſoin, en profiter en les retenant dans des étangs pratiqués exprès, d'où on les feroit entrer dans le canal lorſqu'une longue ſéchereſſe feroit craindre de n'avoir pas une quantité d'eau ſuffiſante.

Il ne nous reſte plus à parler que de l'article de la dépenſe, & il faut avouer que ce n'eſt pas le moins important pour la réuſſite du projet. On imaginera aiſément qu'une entrepriſe de cette nature en exige une conſidérable, mais il faut auſſi en peſer les avantages & voir ſi ces derniers doivent l'emporter ſur la dépenſe: peut-être même ſe la figure-t-on plus conſidérable qu'elle ne l'eſt réellement; nous ne pouvons en donner ici qu'une idée aſſez vague, eſſayons cependant de voir où elle pourroit aller.

M. Trudaine, Conſeiller d'État, Intendant des finances & Membre de cette Académie, touché de l'utilité dont le projet de M. Deparcieux pouvoit être, a fait calculer en gros par une perſonne très-capable ce qu'il en pourroit coûter pour l'exécution de ce projet, & il s'eſt trouvé qu'en y comprenant les achats de terrein, l'indemnité des moulins, les conſtructions de toute eſpèce, &c. l'eau de l'Yvette priſe à Vaugien pourroit être rendue au haut de la rue Saint-Hyacinthe avec une dépenſe de cinq à ſix millions tout au plus.

Ce calcul eſt confirmé par un autre que rapporte M. Deparcieux : M. Gabriel, premier Architecte du Roi, lui a

communiqué les devis & les marchés des ouvrages de ce genre, qui furent faits il y a environ vingt-quatre ans sous ses ordres, pour porter les égouts de Versailles au-delà du petit parc vers Gally, où ils sont reçus dans un grand bassin maçonné tout autour & dans le fond : ces deux aqueducs ont été faits à tranchée ouverte, & il y a des endroits où il a fallu fouiller plus de quarante-cinq pieds de profondeur; ils sont voûtés, revêtus de maçonnerie avec des chaînes de pierre de taille & pavés en pierre dure, & ont des regards de quarante en quarante toises, avec plusieurs autres ouvrages & dédommagemens qu'ils ont occasionnés : ces deux aqueducs, qu'on peut évaluer ensemble à cinq mille toises, ont coûté environ un million trente mille livres. Or, ces cinq mille toises d'aqueduc sont à peu près le quart de la conduite à faire pour amener à Paris les eaux de l'Yvette, car si d'une part la plus grande partie de cette dernière conduite est à canal découvert; d'un autre côté les aqueducs de Versailles, dont nous venons de parler, n'exigeoient pas deux ponts-aqueducs comme les demande la conduite de l'Yvette.

On peut donc, tout compenfé, regarder l'évaluation de cinq à fix millions comme bien faite, mais il faut obferver quel avantage en reviendroit à la ville de Paris : rien n'eft peut-être plus néceffaire à une grande ville, après la conftruction des ponts, que de lui procurer dans tous fes quartiers une quantité d'eau fuffifante, non feulement pour les ufages domeftiques, mais encore pour entretenir la propreté des rues & pour porter des prompts fecours en cas d'incendie. M. Deparcieux, aux lumières duquel on peut certainement s'en rapporter en cette partie, s'eft affûré, par un fcrupuleux examen, que la rivière d'Yvette étoit la feule dans les environs de Paris qui pût fournir une fuffifante quantité de bonne eau fufceptible d'arriver à la hauteur néceffaire pour être diftribuée dans les différens quartiers de Paris. La dépenfe propofée ne doit nullement effrayer, Paris ne feroit que ce qu'ont fait plufieurs villes du Royaume : la ville de Montpellier, qui ne contient guère que la vingtième partie des habitans de la Capitale, vient de fe procurer de l'eau par le moyen d'un ouvrage qui eft environ le tiers ou le quart de celui que propofe M. Deparcieux, & qui

qui ne donne que la vingtième partie de l'eau qui viendroit à Paris; y auroit-il donc quelque inconvénient à faire un ouvrage, triple à la vérité ou quadruple, mais qui donneroit vingt fois autant d'eau pour le ſervice de vingt fois plus d'habitans?

Il y a plus, la dépenſe de ce projet eſt d'une eſpèce ſingulière, la Ville n'en feroit preſque que les avances; elle en ſeroit abondamment rembourſée par la ceſſion qu'elle pourroit faire d'une partie de cette eau aux particuliers à un prix qui pourroit n'être que la moitié de ce qu'elle a toujours exigé tant qu'elle a eu de l'eau à céder. Combien le nombre de Conceſſionnaires ne ſe multiplieroit-il pas, & quel avantage ne ſeroit-ce pas pour chaque particulier que de ſe procurer chez lui une fontaine abondante d'une eau pure & ſaine! mais quand on ne compteroit pas ſur cette reſſource, on ne devroit pas pour cela héſiter ſur l'exécution d'un projet auſſi utile, & dont la dépenſe procureroit pendant le temps de la conſtruction une occupation utile à tant de Citoyens; mais ce que nous ne devons pas oublier de remarquer, c'eſt la manière dont M. Deparcieux a propoſé ce projet : tout ſon

discours n'est que l'expression de son cœur, & on y reconnoît par-tout ses talens & le zèle désintéressé qui les anime.

DIOPTRIQUE.

Sur les moyens de perfectionner les lunettes d'approche.

L'ACADÉMIE a rendu compte au Public dans son Histoire de 1756 (1) & dans celle de 1757 (2), du travail entrepris par M. Clairaut, pour perfectionner la théorie des objectifs composés. Voici une nouvelle suite de ce travail.

Dans les deux Mémoires précédens, M. Clairaut n'avoit considéré que ceux des rayons incidens qui se trouvoient dans un plan, passant par le point radiant & l'axe optique de la lunette; mais pour peu qu'on y fasse réflexion, on verra que cette condition n'admet que la moindre partie des rayons & en excepte un bien plus grand nombre; chaque point radiant forme le sommet d'un cône de rayons, qui a la surface du

---

(1) *Voyez Histoire 1756.*
(2) Idem. *1757.*

verre pour base, & il est aisé de démontrer que les rayons qui se trouvent dans le plan passant par l'axe de ce cône & celui de la lunette, sont les seuls qui se trouvent dans la condition requise, & que tous les autres, dont le nombre est infiniment plus grand, s'en trouvent exclus.

Si donc on veut examiner le degré de distinction que peut obtenir un objet vu dans une partie quelconque du champ de la lunette ; il faut de nécessité soumettre au calcul tous les rayons qui doivent nécessairement éprouver des réfractions bien plus irrégulières que les autres : le problême est nécessaire à résoudre avant que de déterminer les formes les plus avantageuses qu'on peut donner aux lentilles ; ce sont aussi les deux objets du troisième Mémoire de M. Clairaut, duquel nous allons essayer de présenter l'esprit & la méthode.

Le premier pas de M. Clairaut est de rappeller à son Lecteur un Problême, dont il avoit donné la solution dans son premier Mémoire, & il rapporte ici la formule qui en résulte, qui donne la manière de trouver les rayons rompus par une surface sphérique quelconque, lorsque les rayons incidens sont tous

dans un même plan qui passe par l'axe de la sphère. La formule que M. Clairaut donne dans ce Mémoire, contient quelque changement dans l'expression des quantités qui entroient dans la première; mais ce ne sont que des changemens d'expression qui devenoient nécessaires pour rendre cette formule susceptible du nouveau calcul dont il est ici question. Cette opération préliminaire étant finie, M. Clairaut en vient au but principal, qu'il s'est proposé dans ce Mémoire; il recherche d'abord quelle doit être la route d'un rayon incident qu'on ne suppose plus dans l'axe, comme dans la formule dont nous venons de parler; mais sur une droite qui fait un petit angle avec cet axe. Il est aisé de voir que ce rayon, après sa réfraction, ira rencontrer dans un certain endroit un plan qui passe par le point de tendance des rayons incidens, pris hors de l'axe & par ce même axe; c'est exactement le cas où sont ceux des rayons des pinceaux optiques qui se trouvent dans le plan passant par le point radiant & par l'axe du verre, M. Clairaut parvient à déterminer ce point.

Jusque-là nous n'avons supposé au verre qu'une surface réfringente, & il

en a néceſſairement deux. M. Clairaut examine la nouvelle direction que cette ſeconde ſurface donne au rayon & détermine le point de rencontre de ce rayon du plan dont nous avous parlé. En ſuppoſant donc la loi de réfraction connue, on aura, au moyen des formules, la diſtance focale d'une lentille pour tous les rayons principaux.

Si on ſuppoſe préſentement que le rayon propoſé traverſe pluſieurs lentilles très-voiſines les unes des autres & de réfrangibilité différente, il eſt queſtion de voir ce que deviendra le rayon, car M. Clairaut le ſuit pas à pas & conduit toujours ſon lecteur du ſimple au compoſé. Il eſt bien ſûr que les formules qui exprimoient ſa route dans les premières ſuppoſitions ne l'exprimeront plus dans celle-ci, & qu'il faudra y introduire de nouveaux termes, dans leſquels entrera néceſſairement la loi de réfraction de chaque lentille, en ſuppoſant ſeulement qu'il y en ait deux. M. Clairaut détermine la route du rayon dans cette ſuppoſition, qui, comme on peut voir, commence à ſe rapprocher de la réalité, & trouve la diſtance focale des rayons, après les quatre réfractions qu'ils ont éprouvées, en traverſant les ſurfaces des deux lentilles.

Dans tout ce que nous avons dit jufqu'ici, nous avons toujours fuppofé le point d'où partoient les rayons incidens à une diftance finie, & cette diftance forme néceffairement un terme du calcul, qui dans bien des occafions affecte tous les autres. L'ordre général de la folution a exigé cette fuppofition ; elle eût peut-être été moins fimple & moins lumineufe fans cette efpèce de complication : il eft cependant vrai que les rayons des objets éloignés viennent à nous comme fi la diftance étoit infinie, & phyfiquement parallèles entre eux & à l'axe. Il eft donc néceffaire de faire évanouir des formules les quantités qui exprimoient leurs angles, & cette réduction les fimplifie confidérablement. En fuppofant un objectif compofé, comme nous l'avons fait ci-deffus, on a eu en vue de détruire ces aberrations, & c'étoit en effet l'objet effentiel : M. Clairaut examine donc jufqu'à quel point elles ont été détruites ou plutôt diminuées, car nous verrons bientôt que leur deftruction abfolue eft impoffible. Les calculs précédens, qui l'ont mis à portée de connoître la route des rayons après leur réfraction, l'ont auffi mis à portée de voir de combien ils

s'écartent les uns des autres : il seroit assez naturel de penser que cet écartement devant être égal dans les rayons qui éprouvent une même réfraction, il en devroit résulter une couronne d'aberration très-uniforme, on se tromperoit cependant si on le croyoit : l'assemblage de ces rayons dispersés par l'aberration, produit sur le plan qui reçoit l'image, deux ordres différens de courbes, les unes assez semblables à des ellipses, & les autres qui ont des points d'inflexion & de rebroussement, & des nœuds. Il est donc très-difficile de déterminer l'espace qu'elles remplissent, c'étoit cependant le principal objet de M. Clairaut & duquel dépendoit le succès de ses recherches : il falloit attaquer non-seulement les aberrations des rayons qui se trouvent dans les plans passans par l'axe, mais encore celles de tous les autres rayons qui n'y passent pas, puisque c'est la somme de toutes ces aberrations partiales qui forme l'aberration totale & la confusion de l'image. M. Clairaut examine tous ces objets séparément ; il trouve par son calcul l'espace que l'image d'un point proposé occupe au foyer de l'objectif, au moyen de l'assemblage des courbes d'aberration

produites par les circonférences des ſurfaces de l'objectif, & il parvient enfin à une formule qui exprime ces aberrations relativement à la courbure des ſurfaces de l'objectif, ou, ce qui revient au même, relativement à la longueur de leurs rayons & des ouvertures qu'on peut leur donner, & cette formule eſt comme la clef de la méthode de M. Clairaut. Nous allons eſſayer de faire voir comment il s'en ſert.

Puiſque les lentilles & les méniſques qui doivent compoſer les objectifs ſont taillés tous en portion de ſphère, on ne peut y introduire d'autre variation que celle qui dépend du plus ou moins grand rayon & de la plus ou moins grande ouverture. C'eſt donc uniquement dans la proportion de ces rayons qu'il faut chercher la figure des verres la plus avantageuſe : pour cela il n'y a qu'à faire varier les quantités exprimées juſqu'à ce qu'on ait trouvé une proportion qui rende le terme qui exprime l'aberration un *minimum* ; nous diſons un *minimum*, parce qu'il n'eſt pas poſſible de le réduire abſolument à zéro. La réduction de ce terme dépend de l'évanouiſſement de deux quantités qui ne peuvent ſe détruire à la fois ; mais on

peut s'assurer qu'en suivant la méthode de M. Clairaut, l'aberration sera réduite à si peu de chose, qu'elle permettra de pousser loin la perfection des lunettes.

Quelque curieuse que soit par elle-même toute la théorie de M. Clairaut, il falloit, pour lui donner tout le mérite dont elle est susceptible, qu'il en fît l'application à la pratique, & c'est aussi un des principaux articles de son Mémoire. En substituant dans la formule les nombres qui expriment le rapport du pouvoir réfringent des deux espèces de verres dont il compose l'objectif, à la place des termes qui expriment ce rapport, il parvient à déterminer le rapport qui doit être entre les rayons de leurs convexités dans les trois différentes constructions dont il avoit parlé dans son second Mémoire; car il ne faut pas s'imaginer que la disposition des verres qui composent ces objectifs soit indifférente : si on met devant, celui qui a la moindre réfraction, on aura une certaine valeur pour les rayons des quatre convexités, & cette valeur ne sera plus la même si on met au-devant le verre qui a la plus grande réfraction.

Dans le premier cas de la première construction, où la lentille de verre est

placée au dehors, elle étoit convexe des deux côtés, mais d'une convexité très-inégale, la seconde surface étant cinq fois plus courbe que la première, & la lentille de cristal qui lui étoit appliquée étoit taillée dans la proportion nécessaire pour détruire les aberrations : dans cette supposition, l'objectif composé ne devoit avoir aucune aberration dans l'axe & assez peu dans les rayons obliques. On peut donc se servir de cette espèce d'objectif.

Dans le second cas, la lentille de cristal, placée en dedans de la lunette, étoit un ménisque cinq fois plus courbe du côté concave que du côté convexe, & la forme de la première lentille étoit celle qui, dans cette disposition, doit détruire l'aberration dans l'axe : cet objectif est encore préférable au précédent ; & en effet, M. Antheaulme, très-connu du Public savant, tant par sa belle Dissertation sur l'Aimant, qui a été couronnée à Pétersbourg, que par son goût & ses talens pour l'Optique, a construit, suivant ce systême, une lunette de sept pieds, qu'il a pris la peine d'exécuter lui-même; elle s'est trouvée excellente & équivalente à des lunettes ordinaires de trente ou trente-cinq pieds.

Dans le troisième cas, la lentille de cristal, toujours placée au dedans de la lunette, étoit plan-concave, & la lentille de verre construite comme le demandoit l'aberration des rayons, ce qui produit encore un objectif très-bon, quoiqu'un peu inférieur aux deux dont nous venons de parler.

En examinant avec soin toutes ces constructions, on s'appercevra aisément que le point de perfection consiste, en cette matière, à rendre l'aberration nulle dans l'axe & la plus petite qu'il est possible dans toutes les autres directions; c'est le *minimum* dont nous avons parlé ci-dessus. Or, en supposant une lentille de verre commun placée au dehors & accolée à une lentille de cristal, on peut obtenir cette propriété par deux différentes proportions des surfaces des verres, mais il n'y en a qu'une qui puisse être mise en usage; dans la seconde, la courbure devient trop grande par rapport aux ouvertures & ne permettroit pas de négliger, sans inconvénient, certains termes dont l'omission rendroit le calcul fautif; s'il y avoit quelque légere erreur dans la détermination de la force réfringente, cette grande courbure la rendroit bien plus sensible & plus

dangereuſe ; enfin le travail de l'Artiſte demanderoit une préciſion qu'on ne pourroit guère ſe flatter d'obtenir.

Heureuſement la première conſtruction n'a aucun de ces défauts. M. de l'Étang, qui, par ſon habileté dans la pratique, avoit déja concouru par ſon adreſſe aux travaux de M. Clairaut & aux premiers ſuccès de ſa théorie, a pris la peine de conſtruire, ſur ces principes, une lunette dont l'objectif a vingt-ſept pouces trois lignes de foyer, & cette lunette s'eſt trouvée excellente. Les rayons de la lentille de verre commun ſont dix-ſept pouces quatre lignes & cinq pouces quatre lignes, & ceux du méniſque de criſtal qui lui eſt accolé, ſont cinq pouces cinq lignes & quatre pieds.

Si la lentille de criſtal eſt placée en dehors & celle de verre au-dedans de la lunette, la proportion n'eſt plus la même entre les rayons des ſurfaces qui doivent terminer les lentilles, & l'application des formules s'y doit faire d'une autre manière. M. Clairaut les applique à la conſtruction des deux objectifs, dont il avoit déja parlé dans ſon ſecond Mémoire : cet objectif eſt composé d'un méniſque de criſtal dont la ſurface concave, qui eſt l'intérieure, eſt cinq fois

plus courbe que l'extérieure, & d'une lentille bi-convexe de verre ordinaire, dont les surfaces sont dans le même rapport que celle du ménisque : cette construction est plus facile qu'aucune des précédentes, qui exigent quatre bassins ; elle est pourrant un peu inférieure à celle dont nous venons de parler ; mais cette légère nuance d'infériorité n'a pas empêché que M. de l'Étang & M. Georges ne l'aient employée avec un très-grand succès.

Les mêmes principes appliqués à un objectif, dans lequel la premiere & la troisième surfaces seroient planes, font voir que cette construction le rendroit très-incommode, parce qu'il n'y auroit que de très-petits objets, placés au centre de la lunette, qui pussent y paroître distincts.

De tout ceci, il résulte nécessairement qu'en cherchant le *minimum* de l'aberration oblique, en supposant toujours deux verres accolés, le premier de cristal & le second de verre ordinaire, on ne trouvera que deux constructions, dont la seconde doit évidemment être abandonnée, à cause de l'énorme courbure qu'elle donne aux surfaces des verres, qui rendroit trop sensibles, &

les petites négligences faites à dessein dans le calcul pour le simplifier, & celles que l'Artiste ne peut souvent s'empêcher de commettre dans l'exécution.

La première seroit d'une exécution très-difficile, parce qu'une des surfaces a un rayon d'une grandeur excessive, & devient par là-même très-difficile à travailler; mais M. Clairaut fait disparoître cette difficulté, il trouve qu'en faisant cette dernière surface plane, & rendant par conséquent la lentille de verre plan-convexe, on peut conserver à l'objectif tous ses avantages, en ôtant toute la difficulté de l'exécution.

Nous ne dirons rien ici de l'examen que fait M. Clairaut de la construction d'un objectif composé, qui détruiroit dans l'axe les aberrations de toutes couleurs, parce que cet examen lui a fait voir qu'un objectif de cette espèce seroit, malgré cet avantage, un des plus défectueux qu'on pût employer. S'il est des cas heureux où l'Art peut vaincre la Nature, il en est encore plus où elle feroit acheter la perfection desirée par trop de défauts.

Le dernier article du Mémoire de M. Clairaut est l'examen des objectifs composés de trois verres. On peut à

la lettre, déduire des formules précédentes, par le seul esprit d'induction, celles nécessaires à cet article, mais M. Clairaut a voulu en épargner la peine à son Lecteur. Il commence donc par donner l'expression générale des aberrations produites par trois lentilles accolées, lorsque la première & la troisième sont de même matière refringente; cette expression générale est susceptible de deux modifications, la première qui se tire de la nature des matières réfringentes, & de l'ordre dans lequel elles sont rangées, & la seconde du rapport qu'elles doivent avoir entre elles pour détruire les couleurs; on voit bien que ce dernier article dépend absolument de la proportion qui se trouve entre les pouvoirs réfractifs des différentes matières qu'on emploie : M. Clairaut a fait entrer dans son calcul le verre commun & le cristal d'Angleterre, & c'est sur ce principe qu'il construit enfin sa formule générale, dont il fait ensuite l'application aux différentes espèces d'objectifs composés de trois verres.

La première construction de cette espèce suppose l'objectif formé d'une lentille bi-convexe isocèle de verre commun, qui est l'extérieure d'un verre

bi-concave iſocèle de criſtal, dont les concavités ſoient exactement de même rayon que les convexités de la première, & enfin d'une lentille de verre commun dont la première ſurface appliquée contre le verre bi-concave de criſtal, ait encore le même rayon : cette combinaiſon produit un des meilleurs objectifs qu'on puiſſe conſtruire pour la diminution de l'aberration ; auſſi a-t-elle eu beaucoup de ſuccès entre les mains de M. de l'Étang, même pour des lunettes de deux ou trois pieds.

On aura encore un autre ſyſtème de conſtruction, ſi on ſuppoſe les quatre ſurfaces internes, c'eſt-à-dire une de chaque lentille & les deux du verre de criſtal bi-concave, toutes du même rayon ſous-double de celui des ſurfaces externes des deux lentilles : on aura encore par ce moyen un aſſez bon objectif; mais comme les aberrations y ſont un peu plus grandes, il ſera inférieur au précédent, & c'eſt préciſément ce qui eſt arrivé lorſque M. de l'Étang a voulu en conſtruire un de cette eſpèce ; il s'eſt trouvé un peu moins bon que celui dont nous avons parlé dans l'article précédent. On n'eſt jamais ſi ſûr de la bonté de la théorie que lorſqu'on

la voit se soutenir constamment dans la pratique.

Si l'on suppose que les deux lentilles soient pareilles & symmétriquement placées, par rapport au verre bi-concave de cristal, qui doit être au milieu, & qu'on suppose par conséquent isocèle, il naîtra de cette supposition des formules générales un peu différentes des précédentes; ces formules offrent une singularité bien surprenante, elles font voir qu'une partie de l'aberration oblique devient indestructible, quelque figure qu'on donne aux verres, & que cette partie de l'aberration reste à peu-près la même qu'elle seroit dans un simple objectif à l'ordinaire.

En appliquant cette formule au cas où l'on supposeroit les deux lentilles extérieures plan-convexes, le côté plan en dehors, on réduit la partie de l'aberration, qui n'est pas inaltérable, à n'être que la moitié & même un peu moins de celle que donneroient les lentilles, si elles étoient isocèles.

Il y a cependant une forme à donner à ces lentilles, qui pourroit anéantir toute la partie destructible de l'aberration, cette forme n'a pas échappé au calcul de M. Clairaut, & c'est par-là

qu'il termine ſon Mémoire : ſon calcul lui donne exactement les rayons des convexités des deux lentilles & ceux des concavités du verre de criſtal bi-concave ou iſocèle qui doit être au milieu.

Telle eſt en abrégé la théorie de M. Clairaut ſur cette importante matière. Indépendamment de la clarté qu'elle y a répandue, on a dû s'appercevoir qu'elle menoit à différens moyens de parvenir au but que l'on s'étoit propoſé : cette multiplicité de moyens ne peut qu'être infiniment avantageuſe. On ſera à portée de choiſir, avec connoiſſance de cauſe, ceux que la facilité du travail ou la préciſion de leurs effets devront faire préférer, ſuivant les différentes circonſtances & les différens uſages auxquels on deſtinera les lunettes. Il eſt toujours bien certain que ſans cette théorie, l'Art dénué de principes, auroit été bien long-temps à parvenir, à force de tentative, où il ſe trouve porté tout d'un coup : peut-être même n'y feroit-il jamais arrivé. Une matière auſſi compliquée ne peut guère être amenée à ſa perfection par haſard, elle en exigeroit trop & de trop ſinguliers, pour qu'on puiſſe eſpérer qu'ils ſe préſentent, & M. Clairaut aura toujours l'honneur

d'avoir extrêmement contribué à la perfection d'une découverte infiniment utile, & qui sera à jamais une époque dans l'histoire de la Dioptrique.

ACOUSTIQUE.

Sur les tuyaux d'Orgue.

On est souvent étonné de ne l'avoir pas été : l'habitude de voir certains objets fait presque toujours disparoître ce qu'ils offrent de singulier ; un sifflet, une flûte, un tuyau d'orgue sont entre les mains de tout le monde : on sait même assez précisément la manière dont ils doivent être construits pour rendre tel ou tel ton ; mais quelle est la cause du ton qu'ils produisent, & comment le son se modifie-t-il dans l'intérieur du tuyau pour produire les différens tons qu'on en exige ? c'est ce que la plupart de ceux même qui sont instruits de cette partie de l'Acoustique, ignorent absolument ou ne savent que très-imparfaitement.

Rien cependant n'est plus surprenant pour qui voudra y faire attention ; quel rapport entre un courant d'air divisé par le tranchant d'un biseau & le son

qu'il nous fait entendre, & pourquoi un tuyau plus ou moins long, ouvert ou bouché, cylindrique ou conique, donne-t-il à ce son une intensité & des tons différens? Cette singularité a piqué la curiosité de M. Daniel Bernoulli, il a porté sur cet objet des regards attentifs; & après un long examen, il est parvenu à déterminer les règles auxquelles ces phénomènes sont assujettis & les loix méchaniques suivant lesquelles chaque tranche infiniment petite de l'air contenu dans un tuyau fait les allées & les venues, qui par leurs vibrations produisent le son.

Tous les Physiciens sont d'accord que le son est produit par les vibrations de l'air; une corde tendue & pincée offre à l'œil ces vibrations & fait voir évidemment quelle en est la cause; elle offre de plus un autre phénomène; pendant qu'elle fait des vibrations totales, elle se partage encore en plusieurs vibrations particulières, qui donnent ce qu'on appelle les *sons harmoniques*, c'est-à-dire la douzième & la dix-septième majeures, ou les octaves & double octave de la quinte & de la tierce, sans lesquelles le son musical ne peut subsister; on peut même entendre ces sons sans le son prin-

cipal, en touchant une grosse corde de viole avec l'archet très-près du chevalet.

Puisque les tuyaux d'orgue donnent les sons musicaux, il doit donc s'y passer quelque chose d'analogue, mais on ne peut s'aider ici du secours des yeux, la corde sonore est ébranlée & le tuyau ne paroît faire aucun mouvement, il a fallu que l'analogie & le calcul guidassent absolument M. Bernoulli dans cette recherche : des guides de cette espèce étoient sûrs entre ses mains, & il a eu la satisfaction de voir qu'il avoit toujours trouvé non-seulement les résultats de son calcul conformes à l'expérience, mais qu'il avoit même été conduit à des phénomènes totalement ignorés. Il est presque inutile d'avertir ici qu'il n'y est question que des tuyaux à bouche ou de flûte, & nullement des tuyaux à anche.

Les flûtes de l'orgue sont en général de deux espèces ; les unes sont ouvertes par leur extrémité opposée à la bouche, & les autres sont bouchées : ces dernières donnent un ton d'une octave plus bas que si elles étoient ouvertes, en sorte qu'un tuyau de quatre pieds bouché rend le même ton qu'un tuyau ouvert de huit pieds, mais le son en est plus sourd & moins éclatant, & c'est

probablement pour cela qu'on a nommé ces jeux bouchés, *des bourdons*. Il n'eſt peut-être perſonne qui n'ait entendu parler de la comparaiſon des vibrations ſonores avec les ondulations qui ſe font dans une eau tranquille lorſqu'on y jette une pierre, il n'y en a peut-être point de plus défectueuſe : celles de l'eau ne ſont dûes qu'à la peſanteur de ce fluide, qui n'a point d'élaſticité ſenſible, & celles de l'air tiennent principalement à ſon élaſticité, ſans que ſon poids y contribue que pour très-peu de choſe. C'eſt cette élaſticité, qui rend l'air ſi ſuſceptible de vibrations, que ſi ſon mouvement eſt fort oblique, il affecte ſucceſſivement un plan qui lui eſt oppoſé de mouvemens en ſens contraires. Les marins n'éprouvent que trop cette propriété quand leurs voiles font un trop grand angle avec la direction du vent; c'eſt ſur elle qu'eſt fondé le mouvement des tremblans de l'orgue & l'incommode bruit de quelques volets mal fermés.

C'eſt probablement cette même cauſe qui met en mouvement de vibration l'air contenu dans un tuyau : l'air chaſſé, ou contre la vive-arête des planches du tuyau, ou contre un biſeau expoſé à la fente par laquelle il doit paſſer, pouſſe

dans un inſtant l'air qui y eſt contenu & lui cède dans un autre. Ces mouvemens alternatifs, très-promptement répétés, excitent dans l'air du tuyau ces vibrations qui produiſent le ſon, & que ce dernier communique enſuite à l'air environnant qui le tranſmet à l'oreille.

La vibration excitée dans l'air en ébranle toutes les parties, mais toutes ne peuvent pas recevoir le mouvement qui fait le ſon, il n'y a que celles qui ont des reſſorts égaux ou capables de produire des vibrations, qui concourent plus ou moins enſemble, qui puiſſent continuer le mouvement de vibration : celles qui ne concourent point du tout, ou qui ne le font que très-rarement, ſe réduiſent & ne produiſent aucun ſon ; c'eſt la raiſon phyſique pour laquelle il n'y a que les ſons harmoniques qui ſe font entendre. Cette théorie a été donnée à l'Académie par M. Eſtève, de la Société royale des Sciences de Montpellier, & nous en avons rendu compte en 1750 (1).

Cela ſuppoſé, ſi on imagine un tuyau cylindrique fermé par un bout, & que par l'autre on le faſſe réſonner, ſoit au

(1) *Voyez Hiſtoire 1750.*

moyen d'une bouche ſemblable à celle des tuyaux d'orgue, ſoit en ſoufflant ſimplement dans ſon embouchure comme dans le canon d'une clef, l'air enfermé dans ce tuyau ſe mettra en vibration, c'eſt-à-dire que chaque tranche infiniment mince de l'air qui y eſt contenu, ſouffrira un balancement alternatif très-vif dans le ſens de l'axe. Ces vibrations, comme celles du pendule, ſeront ſenſiblement iſochrones, & il ne réſultera de leur plus ou moins de force qu'une plus ou moins grande intenſité du ſon; le ſon ne pouvant ſortir que par la bouche du tuyau, il en réſultera néceſſairement qu'il s'y établira un courant d'air, entrant & ſortant alternativement à chaque vibration par ſon embouchure; & comme toutes les vibrations qui ſe font au-dedans du tuyau, quelque inégales qu'elles puiſſent être, ſont néceſſairement iſochrones, le tuyau rendra toujours le même ſon, qui ſera le ſon fondamental du tuyau ſi le ſouffle eſt ménagé; car on peut, en le forçant plus ou moins, tirer encore d'autres ſons du même tuyau. Nous aurons lieu d'en parler dans la ſuite.

Si nous ſuppoſons préſentement que le tuyau ſoit ouvert à ſon extrémité,

les

les vibrations s'y établiront comme dans le premier ; mais l'air n'étant pas obligé de sortir par la même ouverture, il s'établira au milieu un point où elles seront détruites les unes par les autres, & qui sera véritablement en repos. On peut donc considérer, selon M. Bernoulli, ce tuyau comme composé de deux tuyaux bouchés, la lame d'air respectivement immobile faisant l'effet d'une séparation ; or ces deux tuyaux seront de moitié plus courts que le tuyau total, que nous avions supposé égal au tuyau bouché de l'article précédent, ils donneront donc un ton d'une octave plus haut ; & comme ils sont deux qui concourent à le produire, le son en sera beaucoup plus fort & plus éclatant.

Puisque le tuyau d'orgue rend un son musical, il faut nécessairement qu'il s'y établisse non-seulement des vibrations uniformes dans toute sa longueur, mais d'autres partiales, qui, sans interrompre les premières, puissent exprimer les sons harmoniques ; & si ces vibrations partiales font quelque peine à imaginer, nous prions le Lecteur de vouloir bien se rappeller qu'une corde de viole, dont on touche avec l'archet

l'octave ou la quinte, les fait voir distinctement à l'œil.

Il y a plus; ces sons harmoniques se feront entendre seuls, si on le veut, en embouchant le tuyau d'une manière différente : une flûte traversière, dont M. Bernoulli tenoit tous les trous bouchés, lui a fait entendre par le seul changement du vent & de la manière de l'emboucher, les sons harmoniques du ton qu'elle donnoit naturellement dans cet état, &, ce qui est bien digne de remarque, on ne peut en tirer d'autres. Voici comment M. Bernoulli explique ce singulier phénomène.

Il imagine que dans la circonstance dont nous venons de parler, l'air est mis en vibration à la vérité dans tout le tuyau, mais d'une façon bien différente de celle qui est nécessaire pour produire le son principal; dans ce dernier cas, les vibrations se font toutes en même sens ou tout au plus en deux sens différens : il ne peut donc s'établir qu'un seul point de repos, comme nous l'avons dit en parlant du tuyau ouvert, mais dans le cas des sons harmoniques, la longueur du tuyau se trouve partagée en plusieurs parties, telles que ces sons

l'exigent, & les vibrations de la première se feront toujours en sens contraire de celles de la seconde, celles de la troisième en même sens que celles de la première, celles de la quatrième comme celles de la seconde; il y aura donc entre ces vibrations, qu'on peut nommer *positives* & *négatives*, des points où elles seront zéro, & où par conséquent l'air sera totalement en repos, sans contribuer en aucune manière au son: aussi M. Bernoulli a-t-il remarqué qu'en perçant le tuyau dans ces endroits, on n'altéroit point le son qu'il donnoit quand c'étoit un des sons harmoniques; nous disons quand c'étoit un des sons harmoniques, parce que les vibrations qui donnent le son principal occupant uniformément tout le tuyau, elles n'y laissent aucun de ces points inutiles au son: on peut se représenter à l'œil toute cette théorie, en imaginant une ligne droite partagée en autant de points que le tuyau a de ces points de repos, & une courbe serpentante qui passe par ces points tantôt d'un côté de la ligne & tantôt de l'autre; les ordonnées de cette courbe placées alternativement à droite & à gauche de la ligne, exprimeront la valeur & le sens des vibrations.

Cette même théorie peut encore servir à expliquer ce qui se passe dans les trompettes & les cors de chasse. Ces instrumens ne donnent dans toute l'octave basse que le son fondamental, la tierce & la quinte, il ne faut pas en être étonné ; il se forme dans leur tuyau des vibrations très-fortes en sens contraire & des points de repos, tels que nous venons de les décrire, sans qu'on puisse tirer aucun des tons intermédiaires. M. Bernoulli le démontre par un calcul facile. C'est ainsi qu'un principe général une fois trouvé, sert à l'explication d'une infinité de phénomènes différens, & reçoit de cette application un nouveau degré de certitude.

Toute la théorie de la vibration de l'air dans les tuyaux d'orgue, se trouve donc, par l'ingénieuse hypothèse de M. Bernoulli, réduite au même systême & presque aux mêmes loix que celle des cordes sonores, & il ne s'agit plus que d'examiner sur ce principe toute la marche de ces vibrations invisibles par elles-mêmes, mais auxquelles il a su donner par cette analogie, s'il m'est permis de m'exprimer ainsi, un corps qui pût être saisi & déterminé par le calcul ; il va jusqu'à déterminer ce qui se

passeroit dans un tuyau fermé par les deux bouts s'il étoit possible d'y exciter un son ; exemple bien inutile dans la pratique, puisqu'un tel tuyau ne pourroit avoir aucun son, mais qu'il étoit cependant nécessaire d'examiner, tant parce que la théorie des tuyaux ouverts & bouchés par un bout découle immédiatement de celle-ci, que parce qu'il arrive quelque chose de semblable dans les tuyaux simplement bouchés par un bout lorsqu'on leur fait rendre les tons harmoniques, la dernière division qui se trouve entre le bouchon & le dernier point de repos étant précisément dans le cas d'un tuyau bouché par les deux bouts.

Il entre dans le calcul de M. Bernoulli un terme qui exprime la densité de l'air & son poids ; or ces deux quantités étant variables, il est nécessaire que leurs variations influent sur le ton des tuyaux, celles de la pesanteur de l'air n'y feront pas un grand effet, parce qu'elles n'altèrent que très-peu ou point du tout le ressort de ce fluide, aussi voit-on que le ton & la vîtesse du son sont entièrement les mêmes au bord de la mer & sur les plus hautes montagnes, malgré la différence du poids de l'air ;

mais le chaud & le froid augmentant ou diminuant ce reſſort, doivent faire varier ſenſiblement le ton des tuyaux. Le calcul de M. Bernoulli donne dans le climat de Bâle un demi-ton pour cette variation; mais comme la température des égliſes eſt moins variable que celle de l'air extérieur, les Organiſtes, qui ont effectivement remarqué cette différence, la trouvent moins conſidérable.

Juſqu'ici le calcul de M. Bernoulli a ſuppoſé le bout du tuyau par lequel on ſouffloit abſolument ouvert, & dans la pratique il ne l'eſt pas : cette extrémité eſt preſque entièrement fermée, & il n'y reſte d'ouverture que ce qu'on nomme la *lumière* ou *bouche du tuyau :* ce changement en doit néceſſairement apporter un dans le ton que rend le tuyau, & il s'agiſſoit de le déterminer. Pour cela, M. Bernoulli a pris une eſpèce de flageolet ſans trous, garni d'un piſton qui pouvoit entrer dedans & y être pouſſé juſqu'à la lumière; ce flageolet ainſi conſtruit, étoit un tuyau qu'on pouvoit employer ouvert ou bouché, & qui, dans ce dernier cas, étoit ſuſceptible de pluſieurs tons & de différentes longueurs, & il avoit depuis le milieu de la lumière juſqu'à ſon extrémité ouverte, ſoixante-

huit lignes. Il l'a d'abord essayé sans le piston, & ayant bien remarqué le ton qu'il donnoit, il a enfoncé le piston dedans jusqu'à ce que l'instrument donnât le même ton; le piston étoit alors à vingt-neuf lignes du milieu de la lumière. C'étoit donc à cet endroit que, suivant ce que nous avons dit ci-dessus, se devoit faire le nœud ou point de repos dans le tuyau lorsqu'il étoit ouvert, & cette partie du tuyau de vingt-neuf lignes étoit exactement à l'unisson de l'autre partie, qui en avoit trente-neuf. Or, si on calcule, en vertu des nombres, quel ton la partie de vingt-neuf lignes devoit avoir, on trouvera qu'elle auroit dû rendre un ton d'une quarte plus haut que celle de trente-neuf: la lumière l'avoit donc fait baisser d'une quarte, mais à mesure que les tuyaux s'alongent, cette différence diminue, en sorte que dans les grands tuyaux d'orgue elle devient physiquement nulle.

Jusqu'ici nous n'avons examiné que les tuyaux cylindriques ouverts ou fermés; il en est cependant encore deux autres espèces, les tuyaux à cheminée & les tuyaux coniques.

Les tuyaux à cheminée ne sont, à proprement parler, ni ouverts ni fermés;

ils sont composés de deux tuyaux cylindriques de grosseur très inégale, mis au bout l'un de l'autre sur un même axe & joints ensemble par une rondelle qui couvre le gros tuyau & qui est percée dans son milieu pour recevoir le petit.

M. Bernoulli commence l'examen de ces tuyaux par un, duquel il suppose le gros bout absolument fermé & le petit ouvert, dans lequel on souffle pour exciter le son. Il est clair que le déplacement des couches d'air diminuera, comme à l'ordinaire, depuis l'embouchure du petit tuyau jusqu'à la jonction des deux tuyaux; là elle essuiera une diminution subite en raison de l'amplitude des deux tuyaux, & les vibrations deviendront d'une moindre étendue, & tout s'y passera de même que dans un tuyau cylindrique ouvert. Il y a donc un tuyau cylindrique ouvert qui se trouveroit à l'unisson du tuyau à cheminée: or dans tout tuyau cylindrique ouvert, il se fait, comme nous l'avons dit, vers son milieu un point de repos qui, comme un diaphragme, partage le tuyau ouvert comme en deux tuyaux bouchés, & par conséquent il doit aussi s'établir un point de repos ou diaphragme dans le tuyau à cheminée,

mais il est bien sûr que ce ne sera pas au milieu de sa longueur. M. Bernoulli a cherché à déterminer ce point, ou, ce qui revient au même, les longueurs des tuyaux à cheminée, nécessaires pour leur faire produire les différens tons; mais après cette détermination faite, il a voulu s'en assurer par expérience, il a pris une bouteille cylindrique à long col, & ayant mis au fond la quantité d'eau suffisante seulement pour le couvrir; il a soufflé dans l'embouchure; & ayant bien remarqué le ton, il a calculé quelles devoient être les longueurs du corps cylindrique de la bouteille, pour donner les autres tons de l'octave, & il les a marqués sur le verre, versant ensuite de l'eau jusqu'à ces marques: il a soufflé à chaque expérience dans l'embouchure de la bouteille, & il a vu que cette bouteille, ainsi successivement raccourcie, donnoit effectivement les tons désignés aussi parfaitement que l'irrégularité du verre le pouvoit permettre.

Jusqu'ici nous avons considéré le tuyau comme ouvert par le haut & fermé par le bas; or les tuyaux de cette espèce sont ouverts par les deux bouts, puisque la bouche ou lumières leur tient lieu

d'une ouverture. En introduisant cette circonstance dans le calcul, & ayant égard à l'abaissement de ton que cause la bouche substituée à la pleine ouverture, il parvient à trouver la position du diaphragme ou point de repos & leur proportion avec un tuyau cylindrique ouvert qui donneroit le même ton : nous disons leur proportion, car le tuyau à cheminée ne sera jamais aussi long que le tuyau simple ouvert, ni si court que le tuyau bouché, il participera à tous deux ; & le son qu'il rendra, sera aussi moins éclatant que celui du tuyau ouvert, & plus que celui du tuyau bouché de même ton : M. Bernoulli a eu la satisfaction de voir son calcul cadrer parfaitement avec la comparaison qu'il a faite de tuyaux de même ton des deux espèces. La meilleure preuve d'une hypothèse est la conformité des résultats qu'on en tire avec l'expérience.

Il ne nous reste plus à parler que des tuyaux coniques, qui font le dernier article du Mémoire de M. Bernoulli.

Le calcul des vibrations de l'air, dans ces derniers tuyaux, devient infiniment plus difficile ; il dépend cependant de la même théorie ; mais le seul

changement du tuyau cylindrique en tuyau conique, produit dans bien des cas des équations si rébelles, qu'on ne peut venir à bout de les intégrer. M. Bernoulli a eu recours aux suites, & il est parvenu à en obtenir une qui peut se réduire à des quantités finies, & il a obtenu, par ce moyen, ce que les méthodes directes lui refusoient. Voici le précis de sa méthode & de ses résultats.

Dans un tuyau conique, comme dans un cylindrique, il se peut faire différens ordres de vibration, suivant le ton qu'on lui fait rendre : si c'est le plus grave de tous, il ne se forme qu'une espèce de vibrations, elles vont toutes du même côté, mais alternativement vers le sommet & vers la base ; si on lui fait rendre l'octave au-dessus, il ne se forme qu'un nœud diaphragme ou point de repos vers le milieu du tuyau ; si c'est la quinte, il s'en forme deux, & pour lors les vibrations se font en sens contraires dans les intervalles, &c. Nous n'en dirons pas davantage sur cette théorie, qui est au fond la même que celle que nous avons appliquée aux tuyaux cylindriques.

Entre tous ces nœuds il se trouve des points où la densité de l'air reste

constante pendant qu'elle varie, par les vibrations, dans tout le reste de l'intervalle. M. Bernoulli appelle ces points *ventres*, par analogie à ce qu'on nomme ainsi dans une corde mise en vibration, & la nature de ces ventres est telle, qu'on pourroit couper le tuyau dans quel ventre on voudroit, sans que chaque partie changeât de ton, pourvu qu'on ménageât le souffle de façon à lui faire prendre toujours le même nombre de nœuds qu'il avoit : ces ventres, dans le tuyau cylindrique, sont toujours au milieu de l'espace compris entre deux nœuds ; mais ils ne sont pas placés de même dans le tuyau conique. M. Bernoulli cherche donc à déterminer la position des uns & des autres, & voici les résultats de son calcul, confirmés presqu'en tout par l'expérience.

Tout tuyau conique ouvert est à l'unisson d'un tuyau cylindrique aussi ouvert & à-peu-près de même longueur.

Les tons successifs, qu'on peut tirer d'un même tuyau conique, vont, en raison des nombres naturels, comme dans le tuyau cylindrique.

On peut, comme nous l'avons dit, couper un tuyau conique à tous ces ventres, c'est-à-dire en parties égales,

ſans que chaque partie change de ton & ceſſe d'être à l'uniſſon.

Lorſqu'on fait rendre au tuyau des tons plus hauts, ou, comme M. Bernoulli les nomme, d'un ordre plus élevé, les diſtances entre les nœuds deviennent ſenſiblement égales, quoiqu'elles ſoient très-inégales dans les ordres inférieurs, tandis que les ventres ſont toujours également éloignés pour tous les ordres, différence eſſentielle qui caractériſe le tuyau conique & le diſtingue du cylindrique; enfin le tuyau conique ſera toujours un peu plus long que le tuyau cylindrique de même ton.

La manière dont ſe font les vibrations dans un tuyau conique conduit néceſſairement à expliquer l'effet des porte-voix & la propagation du ſon : les porte-voix ramaſſent, pour ainſi dire, en un point la voix qui ſe répandroit ſans cela dans toute une demi-ſphère; mais ſi on veut en tirer avantage, il faut que la voix ſoit, pour ainſi dire, d'accord avec le tuyau; obſervation néceſſaire auſſi aux jeux d'anche, qui ne rendent pas la moitié du ſon qu'ils devroient rendre quand le ton de l'anche n'eſt pas proportionné à la longueur du tuyau auquel il eſt appliqué.

Puiſqu'on connoît la manière dont ſe font les vibrations dans les tuyaux coniques, on peut regarder tout l'hémiſphère oppoſé aux corps ſonores comme partagé en une infinité de tuyaux coniques infiniment alongés & dont la pointe vient ſe rendre à ce corps ſonore : alors il eſt ſûr que l'aſſemblage de toutes les vibrations de ces tuyaux coniques fera la propagation du ſon en tout ſens, & que par conſéquent cette propagation eſt ſujette aux mêmes règles. Il y aura donc des cercles ou plutôt des couches ſphériques alternativement ébranlées & immobiles qui diminueront de force à meſure qu'elles augmenteront en grandeur : ces eſpèces d'ondulations feront d'autant plus larges que le ſon ſera plus grave.

Si on ſuppoſe, par exemple, un ſon formé par des ondulations, qui d'abord fuſſent larges d'un pied, & que ce ſon pût être entendu à quinze mille pieds, ou cinq quarts de lieue pariſienne, il ſe formera néceſſairement quinze mille ondulations. Or, les ébranlemens dans les tuyaux coniques diminuent en raiſon des diſtances ; ces ébranlemens feront donc quinze mille fois plus petits que dans la première ; & ſi les plus grandes

excursions ont été d'une ligne, elles ne seront plus que de la quinze millième partie d'une ligne dans l'endroit où le son cesse d'être perceptible. Combien les fibres de l'oreille doivent-elles être sensibles pour être affectées d'un si petit mouvement !

Ces cônes infiniment aigus, qu'on peut appeller les *rayons sonores*, auront donc leurs nœuds & leurs ventres, & la distance de ces derniers diminuera un peu en s'éloignant du sommet ou de la pointe du cône. Un seul & même rayon pourra donc être ébranlé par plusieurs autres qui le croiseront, si où il se trouve un nœud dans l'un il y a un ventre dans l'autre; alors chaque espèce de vibration sera indépendante de l'autre. On pourra donc entendre plusieurs sons musicaux à la fois, tandis que l'assemblage des sons discordans n'affectera l'oreille que d'un bruit confus.

Tel est le précis très-abrégé de la théorie de M. Bernoulli; il falloit & son art & son savoir pour rendre sensibles & soumettre au calcul des quantités qu'on ne pouvoit ni appercevoir ni mesurer actuellement, & ce sera une obligation que lui auront à jamais tous ceux qui voudront travailler sur cette partie de l'Acoustique

MÉCANIQUE.

Sur une nouvelle espèce de Pistons.

L'UTILITÉ des pompes dans une infinité de circonstances a souvent engagé les Mécaniciens à faire de ces machines l'objet de leurs recherches & à tenter tous les moyens possibles pour les perfectionner.

De toutes les parties d'une pompe, le piston est peut-être la plus essentielle ; aussi n'a-t-on jusqu'ici négligé aucun travail pour donner à cette partie de la machine une construction qui le rende solide, exact & facile à mouvoir : c'est à quoi ont tendu jusqu'ici les travaux des Mécaniciens : nous allons bientôt voir avec quel succès.

Les pistons des pompes sont en général de deux espèces, les uns qu'on nomme *sans frottement*, & les autres qui frottent réellement contre les parois du corps de pompe.

On n'en connoît guère que trois de la première espèce ; le premier est composé d'un cylindre de cuivre, ayant au moins une hauteur double du diamètre de sa

base : ce cylindre doit être, à très-peu près, du même diamètre que l'intérieur du corps de pompe qu'il doit presque toucher par-tout sans frotter nulle part. On juge bien que ces deux pièces ne peuvent être travaillées avec trop de soin si on veut qu'elles produisent leur effet, & que cette espèce de piston doit résister aussi très-long-temps à l'action des liqueurs âcres qu'on peut faire élever à la pompe ; c'est pourquoi on l'emploie aux pompes qui servent à élever de la lessive, dont l'action auroit bientôt détruit les cuirs des autres pistons, dont nous parlerons ci-après, & cette espèce de pompe en a retenu le nom de *pompe à lessive*, sous lequel elle est connue.

Comme le piston de cette pompe ne touche pas exactement le corps de pompe, il y a nécessairement entre deux un vuide très-petit à la vérité, mais par lequel l'eau s'échappe en une quantité d'autant plus considérable, que le poids de la colonne qu'elle soutient est plus grand, & c'est ce qui empêche d'employer ce piston, quoique sans frottement, dans les pompes qui doivent élever l'eau un peu haut, il s'en perdroit une trop grande quantité : on peut

même aiſément ſe convaincre que dans les médiocres hauteurs, cette perte eſt ſenſible, car en connoiſſant le diamètre du corps de pompe & la levée du piſton, on peut aiſément connoître combien la pompe doit donner d'eau dans un certain nombre de coups de piſton; & ſi on en fait l'expérience, on trouvera toujours la quantité d'eau donnée par la pompe au-deſſous de celle qu'elle auroit dû fournir ſuivant le calcul.

La ſeconde eſpèce de piſtons, qu'on nomme *ſans frottement*, n'exige pas à beaucoup près autant d'exactitude & d'attention que ceux dont nous venons de parler : ces piſtons ſont compoſés de rondelles de cuir enfilées, qui forment un cylindre ſemblable au cylindre de cuivre dont nous venons de parler, & ce piſton eſt bientôt moulé dans le corps de pompe, mais il ne peut ſervir long-temps ſans laiſſer échapper l'eau.

La troiſième eſpèce de piſton ſans frottement, eſt celle qui fut propoſée par Mrs Goſſet & la Deuille; il conſiſte en un plateau de bois, percé dans ſon milieu pour laiſſer paſſer l'eau quand le piſton deſcend, & garni d'une ſoupape qui l'empêche de s'écouler par cette ouverture quand le piſton remonte : ce

piston est placé entre deux cuirs circulaires, qui lui permettent de s'élever & de s'abaisser d'une certaine quantité, mais il est évident que ces cuirs, pliés alternativement d'un sens & de l'autre, doivent se couper en peu de temps, & que d'ailleurs étant continuellement chargés d'une colonne d'eau, qui doit être assez large pour suppléer au peu de mouvement de piston, on ne peut s'en servir toutes les fois que la pompe devra monter l'eau un peu haut.

Le piston qu'on emploie le plus ordinairement dans les pompes qui doivent élever l'eau assez haut, & être d'un fréquent usage, est composé d'un morceau de bois tourné, dont le diamètre est plus petit que celui du corps de pompe. Au haut de ce cylindre de bois est creusée une espèce de feuillure circulaire d'environ quatre à cinq lignes de profondeur, dans laquelle est cloué le bout d'une bande de cuir, taillée de manière qu'elle forme une espèce de vaisseau conique, dont l'extrémité supérieure touche l'intérieur du corps de pompe. Il résulte de cette construction, que lorsque le piston descend, l'eau fait appliquer la bande de cuir contre le piston & trouve un libre passage entre

celui-ci & le corps de pompe pour passer au-dessus, mais que dès que le piston remonte, le poids de la colonne d'eau, qui porte sur la bande de cuir, fait élargir l'espèce de vaisseau qu'elle forme & l'oblige d'appliquer ses parois contre le corps de pompe d'autant plus exactement que la colonne d'eau est plus pesante.

Cette construction ne laisseroit rien à desirer, si à la simplicité dont elle jouit elle joignoit la solidité, mais il arrive presque toujours que le poids de la colonne d'eau, soutenue par le cuir, ou le renverse ou détache les clous qui le joignent au piston ; alors l'eau n'ayant plus rien qui la retienne, s'écoule & rend la pompe inutile : d'un autre côté, les clous sortis de leurs feuillures rayent avec leur tête le corps de pompe, & cela d'autant plus facilement, que le bois étant plus petit que le tuyau, rien ne l'empêche de se jetter plus d'un côté que de l'autre, selon que le déplacement de cuir, qui n'est jamais égal tout autour, l'y sollicite.

C'est ce qui a engagé M. Deparcieux à chercher une construction de pistons, qui eût les avantages de celui-ci sans en avoir les inconvéniens : celui qu'il

propose n'a point de clous, le cuir ne peut absolument se renverser, il va toujours dans une direction parallèle à l'axe du corps de pompe & n'a qu'un frottement presque insensible.

Ce piston est composé de deux pièces de cuivre ou de fer fondu, qui, jointes ensemble par la verge de fer qui les enfile toutes deux, forment un corps à peu-près cylindrique, d'un diamètre un peu plus petit que celui du corps de pompe; nous disons à peu-près cylindrique, parce qu'il va un peu en dépouille, & que la base inférieure est plus petite que la supérieure : ce cylindre est percé, selon sa longueur, de trois ouvertures, par lesquelles l'eau peut aisément passer lorsqu'on abaisse le piston; mais lorsqu'on le remonte, une pièce de même métal, garnie de cuir en dessous, & qui peut se mouvoir de haut en bas le long de la verge de piston, dans laquelle elle est enfilée, s'applique sur ces ouvertures & intercepte le retour de l'eau qui se trouve au-dessus du piston avec d'autant plus d'exactitude que la colonne se trouve plus grande.

Entre les deux pièces qui composent le piston, se trouvent serrées deux autres parties destinées à toucher le corps de

pompe, l'une eſt une rondelle de plomb dont les bords, fondus exprès, s'appliquent ſur la ſurface extérieure du cylindre, & y forment une large bande qu'on rend du même diamètre que le corps de pompe, en l'y faiſant entrer un peu à force, & l'y faiſant aller & venir à pluſieurs repriſes : cette pièce eſt deſtinée tant à faire mouvoir le piſton parallèlement au corps de pompe, qu'à ſoutenir la ſeconde pièce dont nous allons parler.

Elle eſt compoſée d'une eſpèce de taſſe de cuir fort, dont le fond eſt évidé aux endroits qui répondent aux ouvertures intérieures du piſton, & dont les bords embraſſent, en ſe relevant, la ſurface extérieure du piſton ; c'eſt ce cuir qui, preſſé par la colonne d'eau que le piſton enlève, s'applique exactement contre le corps de pompe, ſans y frotter au-delà de ce qui eſt néceſſaire pour que le piſton ſoit fidèle & faſſe ſon effet : on voit aiſément que, par cette conſtruction, l'eau ne peut ni le détacher, parce qu'il eſt d'une pièce, ni le renverſer, parce qu'il eſt ſoutenu en deſſous par le plomb & n'a pas aſſez d'eſpace pour ſe retourner ; on fait prendre au cuir cette forme, en le

mettant tout mouillé dans un vaisseau fait exprès, & l'y assujettissant avec un morceau de bois tourné pour cet effet.

Ce piston, comme on voit, conserve tous les avantages de celui auquel M. Deparcieux le substitue, sans avoir aucun de ses défauts ; il est vrai qu'il coûtera un peu plus, mais sa durée & son exactitude indemniseront bien de ce petit excès de dépense ; & comme il se démonte avec la plus grande facilité, il sera toujours aisé de réparer celle de ses pièces qui se seroit dérangée. C'est résoudre un problême de cette espèce dans toute son étendue, que d'allier ensemble, en pareille matière, la précision des effets, la solidité de la pièce qui les opère & la facilité de la réparer en cas d'accident.

L'ACADÉMIE, en rendant compte au Public, dans l'histoire de l'année dernière, de la publication de son travail sur la description des Arts, s'étoit engagée à lui annoncer chaque année les Arts dont la description auroit paru ; c'est de cet engagement qu'elle s'acquitte ici pour cette année : les Arts

qui ont paru en 1762, sont au nombre de huit.

Le premier est *l'art de l'Ardoisier*, par M. Fougeroux ; il y décrit non-seulement la manière de tirer l'ardoise du sein de la terre, de la refendre, de la tailler & de la rendre propre aux usages auxquels on l'emploie ordinairement, telle qu'elle est usitée dans les perrières ou carrières d'ardoise des environs d'Angers, les plus considérables du royaume, mais encore celle qui est usitée dans celles de Rimogne près Mézières en Champagne, & dans celles de plusieurs autres endroits : on voit, par la différence de ces procédés que celle des circonstances a exigée, combien la pratique d'un art peut être variée sans s'écarter des principes sur lesquels il est appuyé.

Le second est *l'art du Cirier*, M. du Hamel y a joint à ses propres recherches les observations qui lui ont été communiquées par M. Trudon propriétaire de la belle manufacture établie à Antony, celui peut-être de tous les manufacturiers du royaume qui a fait le plus d'études & de tentatives pour parvenir à la perfection de son art ; M. du Hamel prend l'art du Cirier depuis le

le moment où la cire est tirée des ruches, jusqu'à celui auquel les plus beaux ouvrages de cette espèce sont achevés; il y explique toutes les opérations nécessaires pour blanchir la cire, pour la mettre en état d'être employée, & tous les moyens ingénieux qu'on met en usage pour accélérer & faciliter le travail, & pour conserver aux différens ouvrages la perfection & la propreté qui leur est si nécessaire; chaque opération est rappellée aux principes physiques sur lesquels elle est fondée, & on ne pourra certainement lire la description de cet art, sans être étonné de tout le travail & de toutes les attentions qu'il exige.

Le troisième est *l'art de faire les Tapisseries de cuir doré*, par M. Fougeroux: cet art offre à la curiosité du lecteur bien des procédés dignes d'attention; mais le plus singulier de tous est certainement celui par lequel on donne la couleur d'or la plus parfaite, à l'argent dont on recouvre ces peaux: bien des gens ont peut-être vu long-temps de ces teintures si bien dorées, sans soupçonner qu'il n'y entre pas un seul grain d'or; mais ce qui doit relever le prix de ces tapisseries, c'est la propriété qu'elles ont de

résister à l'humidité qui, dans des endroits bas & peu souvent habités, tels que les rez de chaussée de la plupart des châteaux, détruiroit bientôt toutes celles qu'on voudroit leur substituer.

Le quatrième est *l'art du Parcheminier*: M. de la Lande qui en est l'auteur, y décrit non-seulement tous les procédés qu'on emploie pour mettre les différentes peaux en état de servir à l'Ecriture, au Dessin, à la Peinture & aux autres usages auxquels on emploie le parchemin, le vélin & les autres peaux préparées de cette manière; mais il y donne encore une histoire abrégée de l'origine de cet art & des différens réglemens qui ont été faits à ce sujet, dans laquelle on trouvera un grand nombre de faits très-intéressans.

Le cinquième contient la troisième & la quatrième partie de l'*art des Forges à fer*, par M. le Marquis de Courtivron & M. Bouchu, Correspondant de l'Académie: la première traite de la construction des fourneaux destinés à fondre la mine, de la fabrique des moules destinés à former les différens ouvrages de fonte de fer, & des précautions nécessaires pour couler ces ouvrages: on y admirera l'art avec lequel on est parvenu

à ménager l'action du feu presqu'à volonté, par la différente construction des fourneaux, les différentes manières d'y porter le vent nécessaire pour en augmenter l'activité, & enfin l'industrie avec laquelle on est parvenu à former avec de la terre des moules assez précis pour y couler des chaudières & d'autres pièces aussi minces, sans qu'il se trouve dans leur épaisseur d'inégalité sensible. La seconde est une traduction faite par M. Bouchu, du Traité du fer, écrit en latin par M. Swedemborg : cet ouvrage, qui contient dans le plus grand détail les pratiques usitées dans les forges à fer de Suède, forme une suite d'autant plus naturelle de cet art, qu'il présente aux yeux une très-grande quantité de moyens de parvenir au même but, & que cette variété de procédés exposés par un homme habile, ne peut que jetter de grandes lumières sur la théorie de l'art des forges : M. Swedemborg a même poussé l'attention jusqu'à examiner l'usage des mines de fer, non-seulement par rapport aux forges, mais encore relativement à tous les autres avantages qu'elles peuvent procurer, comme les eaux minérales, &c.

Le sixième art, suite naturelle de celui,

des forges à fer, eſt celui de la *Forge des enclumes*, par M. du Hamel. Quoiqu'il n'y ſoit pas queſtion de la production du fer, & que communément cet art ſe pratique loin des forges, cependant l'énormité de la maſſe des enclumes oblige d'employer des procédés à peu-près ſemblables à quelques-uns de ceux qu'on emploie dans les affineries des grandes forges; & on y verra ſans doute avec plaiſir les moyens ſimples & ingénieux que les ouvriers qui forgent les enclumes, emploient pour ſuppléer aux ſecours qu'ils trouveroient dans une grande forge & qu'ils ne pourroient ſe procurer dans les différens endroits où ils ſont obligés ſucceſſivement de travailler, leur étant bien plus aiſé de tranſporter leur équipage que leurs ouvrages.

Le ſeptième art eſt celui *du Cartonnier*, par M. de la Lande; on y retrouvera en petit & d'une manière bien plus groſſière les mêmes procédés que le Papetier met en uſage; eſpèce d'économie néceſſaire pour procurer, à très-bon marché, une matière auſſi généralement utile que le ſont les différentes eſpèces de carton.

Le huitième & dernier art qui ait paru en 1762, eſt celui du *Cartier* ou l'*art de*

faire les Cartes à jouer, par M. du Hamel: cet art, que l'oisiveté, & peut-être aussi quelquefois l'avidité des hommes, ont rendu l'objet d'un très-gros commerce, offre une infinité de pratiques singulières, sur-tout celle d'appliquer les couleurs à travers des cartons percés qui se rapportent si exactement, qu'il semble que chaque figure ait été colorée à la main & séparément, & celle de couper les cartes avec des ciseaux si également, qu'on croiroit que chaque jeu a été serré dans une presse & coupé au couteau de Relieur.

MACHINES OU INVENTIONS

Approuvées par l'Académie en 1762.

I.

UNE *Pendule à demi-secondes*, présentée par M. Millot, Horloger de Paris: cette pendule sonne, comme les pendules ordinaires, les heures & les demies; elle marque, par plusieurs ouvertures percées dans le cadran, l'année, le nom du mois où l'on se trouve & le nombre de jours qu'il contient, le quantième du mois, celui de la Lune, la lettre domi-

nicale, l'épacte, le nombre d'or, le cycle solaire, la phase de la Lune, le lever & le coucher du Soleil pour Paris: ce lever & ce coucher s'y marquent même d'une façon singulière; comme le rouage qui entraîne l'image du Soleil ne pourroit la faire passer en trois minutes sous la pièce qui représente l'horizon, un petit rouage qui se détend alors, fait élever dans ce même espace de temps une ailette qui couvre le Soleil & en fait retomber le matin une autre à l'heure du lever du Soleil: à l'instant que le Soleil de la pendule se couche, il s'ouvre dans toute l'étendue du fond bleu qui représente le Ciel, quatre-vingt-dix petites ouvertures, par lesquelles sortent quatre-vingt-dix petits brillans qui représentent les étoiles. Comme le mois de Février est tous les quatre ans de vingt-neuf jours, une étoile à trois rayons, & qui n'est en prise que de quatre en quatre ans, fait avancer le lendemain du 28 une petite languette qui le recouvre & qui porte le chiffre 29. La manière dont les années sont marqués par cette pendule, n'est pas moins curieuse; l'Auteur y emploie quatre cercles, chargés chacun de dix chiffres; celui des unités avance d'une division

tous les ans, & lorsqu'il a fini son tour, il fait passer une de celles du cercle des dixaines, celui-ci en fait autant pour celui des centaines, & ce dernier pour celui des milles; en sorte que cet assemblage peut marquer jusqu'à *l'an* 9999, temps auquel l'horloge ne subsistera certainement plus depuis long-temps. On a cru que tous ces différens effets, dont plusieurs sont ou nouveaux ou exécutés d'une façon nouvelle, prouvoient dans l'auteur une grande intelligence & beaucoup de sagacité.

II.

Une autre pendule du même M. Millot: ce que celle-ci a de particulier, c'est que quoique son pendule ne soit qu'à demi-secondes, l'aiguille marque néanmoins les secondes en un seul temps comme les pendules à secondes, & cet avantage est dû à la construction de l'échappement. Quoique l'idée de faire marquer les secondes en un seul temps aux aiguilles des pendules à courte vibration ne soit pas nouvelle, on a trouvé l'échappement de M. Millot simple & ingénieux; il n'a besoin que de très-peu de force, il n'occasionne qu'un très-petit frottement, il n'a ni trop ni trop peu de chûte, &

l'Académie a cru que son application aux pendules de cette espèce ne pouvoit qu'être utile.

III.

Un Moulin horizontal, proposé par le sieur Bourrier, Machiniste ordinaire de S. M. le Roi de Pologne Duc de Bar : ce moulin a, comme les moulins à la polonoise, le grand avantage d'être toujours tourné au vent de quelque côté qu'il vienne ; le passage de l'aile de la position verticale où elle prend le vent, à la situation horizontale où elle cesse de le prendre, s'y fait avec beaucoup de douceur & de facilité. Quoique cette construction ne paroisse pas pouvoir être appliquée sans inconvénient aux moulins ordinaires, à cause de la longueur de leurs ailes, qui, en faisant plier les volans, gêneroit leur mouvement, on a cru qu'elle pouvoit être très-bien appliquée dans tous les cas où la longueur des volans seroit médiocre, comme lorsqu'il s'agira de faire mouvoir un ventilateur ou une petite pompe, cette espèce de moulin n'exigeant d'autre soin que celui de proportionner la toile des ailes à la force du vent.

IV.

Un nouvel Instrument de musique à

clavier, monté en cordes à boyau, présenté par M. le Gay : les cordes y sont assujetties sur un cylindre creux qui en fait le corps, & elles sont mises en jeu par une roue de bois garnie de crin à sa circonférence, qu'on fait aller avec le pied & qui leur sert d'archet à peu-près comme la roue d'une vielle, mais avec cette différence que les cordes de la vielle portent toujours sur la roue, au lieu que celles du nouvel instrument n'y portent que quand une petite pièce, qui répond au clavier, les oblige de s'en approcher lorsqu'on baisse la touche qui répond à chaque corde, ce qui donne la facilité de tirer des sons plus ou moins forts. L'auteur a joint à cette machine un clavier de pédale, qui va par les mêmes moyens, & un second clavier, qui répond à un autre jeu de cordes à boyau, placé sur le même corps d'instrument, & dont il tire le son, non en se servant de la roue, mais au moyen de sautereaux garnis, au lieu de plume, d'un petit morceau de cuir dur, ce qui produit un son assez approchant de celui du téorbe ou de la guitare; l'harmonie de cet instrument est agréable & ressemble à un concert de parties de viole; elle peut même être extrêmement variée

par les différentes manières de toucher le clavier : cet inſtrument a paru ingénieux & mériter les efforts que l'auteur eſt dans le deſſein de faire, pour lui donner toute la perfection dont il eſt ſuſceptible.

V.

Une nouvelle manière, propoſée par le ſieur Challier, Maître Aquebuſier, *d'aſſujettir ſur le fût la platine des armes à feu, & ſur-tout celle des fuſils de chaſſe, au moyen de laquelle on peut, en preſſant un bouton, ôter en un inſtant la platine entiere & la remettre avec la même promptitude.* On ſent aſſez l'avantage de cette conſtruction, tant pour mettre la platine à l'abri, en cas de pluie, que pour prévenir des accidens qui n'arrivent que trop ſouvent ; un fuſil étant abſolument hors d'état de tirer quand il eſt privé de ſa platine, qu'on peut lui rejoindre toujours en un inſtant lorſqu'on voudra le mettre en état de ſervir.

VI.

Des Rames à l'uſage des galères & des vaiſſeaux, propoſées par M. Babut : elles ſont placées verticalement hors du vaiſſeau ; elles ſe meuvent parallèlement à la quille, pour donner le coup de

rame, & ensuite perpendiculairement à cette même quille, pour se relever & sortir de l'eau par leur tranchant. Comme on peut les faire aisément plonger plus ou moins, on peut, en augmentant le nombre des rameurs, augmenter leur force; ce qui ne se peut avec les rames des galères, dont on raccourcit la partie intérieure en augmentant l'extérieure: les rameurs ne s'embarrasseront point & travailleront tous également; on peut même en placer dans la calle qui agiront utilement en halant des cordages. Cette invention a paru mériter qu'on en fît des expériences en grand, pour en évaluer plus précisément les avantages & pour en connoître & en corriger les défauts.

VII.

Des nouveaux Caractères d'Imprimerie pour la Musique, inventés & exécutés par M. Fournier le jeune. Il a paru, par les différentes épreuves que l'Auteur en a présentées, que ces caractères donnoient à l'impression de la Musique cette force & cette netteté que la seule gravure en taille-douce avoit pu jusqu'ici lui donner; & qu'on n'avoit encore jamais pu obtenir en France avec les

caractères fondus, quoique les Allemands eussent déja fait en ce point de grands pas vers la perfection : ces caractères ont paru devoir être d'autant plus utiles, qu'en conservant à la Musique toute la force & la netteté de la gravure, ils en diminueront considérablement le prix.

VIII.

Une machine à battre le blé, présentée par M. de Malassagny : cette machine exécute l'opération proposée, au moyen de pilons garnis par enbas d'empattemens cannelés, & qui étant successivement élevés par les mentonnets d'un arbre qu'on fait tourner comme dans les moulins à poudre ou à foulon, frappent le blé par leur chûte. Le bâtis sur lequel tout est porté, est mobile sur des roulettes & se peut transporter en avant, en arrière & latéralement, pour battre par ce moyen tout le blé qui est étendu sur l'aire. Quoique les pilons ne puissent pas donner cette espèce de coup de fouet que le blé reçoit du fléau, cependant on a cru que cette machine devoit faire au moins un effet égal à celui des pieds des bestiaux, qui dans bien des endroits sont les seuls agens qu'on emploie pour

battre le blé, & elle a paru très-propre à produire l'effet qu'on en peut attendre, sur-tout lorsqu'elle aura été simplifiée, comme l'auteur se le propose & comme elle en est susceptible.

LE Parlement ayant fait l'honneur à l'Académie de lui demander son avis sur les Lettres patentes obtenues par le sieur Mellawits, par lesquelles le Roi lui accorde la permission d'argenter par fusion toutes sortes d'ouvrages de cuivre suivant sa méthode, approuvée par l'Académie; sur celles obtenues par le sieur Durand, Maître Serrurier à Paris, pour l'établissement d'une machine propre à tailler des limes de toute espèce & de tout calibre, & à retailler celles qui sont usées; & sur celles obtenues par les sieurs Vidal, père & fils, Desaubus & Ferrand, portant permission de fabriquer ou de faire fabriquer des ouvrages d'un métal de leur composition, imitant la blancheur de l'argent, & d'en établir la vente & le débit : la Compagnie a trouvé que le procédé du sieur Mellawitz pour argenter le cuivre, étoit très-différent de celui qui est en usage, qu'il pouvoit être fort avantageux au Public,

& qu'il étoit à souhaiter que cette méthode s'établît dans le Royaume (1) : Que la machine proposée par le sieur Durand, pouvant être très-facilement montée pour différentes sortes de tailles, depuis la plus grosse jusqu'à la plus fine, au moyen de différentes étoiles que l'on change aisément, épargnant d'ailleurs une main-d'œuvre considérable, en taillant à la fois huit gros carreaux par l'action d'un seul homme sur une manivelle, elle pouvoit être utilement employée : Et qu'enfin le métal des sieurs Vidal, Desaubus & Ferrand, étant connu par les expériences que l'Académie en a précédemment faites, il n'y a aucune raison de s'opposer à l'enregistrement de leurs Lettres patentes, pourvu qu'il leur soit défendu de faire de ce métal aucuns vaisseaux ni ustensiles servant à l'usage des alimens & de la boisson.

DANS le nombre des Pièces qui ont été présentées cette année à l'Académie, elle a jugé les quinze suivantes

---

(1) *Voyez Histoire 1756.*

dignes d'avoir place dans le Recueil de ses Ouvrages qu'elle fait imprimer.

Sur la manière de fondre, avec plus d'économie que par la méthode ordinaire, les Mines de fer de toute espèce. Par M. de Grignon, Maître de Forge à Bayard.

Observations sur un banc de terre crétacée & de pierres branchues qui est aux environs de Riom. Par M. du Tour, Correspondant de l'Académie.

Sur la Comète qui a paru en 1760 dans la constellation du Lion. Par le Pere Pézenas, Professeur royal d'Hydrographie & Directeur de l'Observatoire de la Marine à Marseille, Correspondant de l'Académie.

Sur la congélation & la concentration du vinaigre radical. Par M. le Marquis de Courtenvaux.

Sur l'Éther marin, par le même.

Observations astronomiques faites à Toulouse. Par M. d'Arquier, de l'Académie royale des Sciences & Belles-Lettres de Toulouse, Correspondant de l'Académie.

Observation du passage de Vénus sur le disque du Soleil, observé à Paris à l'Hôtel de Cluny, avec des remarques sur cette Observation & sur la théorie de Vénus. Par M. Messier.

Obſervation de l'Éclipſe de Lune, du 8 Mai 1762, faite à Bayeux. Par M. l'abbé Outhier, Correſpondant de l'Académie.

Obſervation de l'Aurore boréale de la nuit du 22 au 23 Mai, faite à Paris. Par M. Meſſier.

Obſervations de la Comète qui a paru au mois de Mai 1762, faites à l'Hôtel de Cluny. Par le même.

Obſervations de l'Éclipſe de Lune du 8 Mai 1762, faite à Rouen. Par M. Bouin, Correſpondant de l'Académie.

Sur des Pierres trouvées dans la veſſie d'un bœuf. Par M. Bourgelat, Correſpondant de l'Académie.

Sur la fabrique de la Colle de poiſſon en Ruſſie. Par M. Muller, Secrétaire de l'Académie Impériale de Pétersbourg, Correſpondant de l'Académie.

Obſervation des trois Éclipſe arrivées en 1762, faite à Leyde. Par M. Lullofs, Correſpondant de l'Académie.

Obſervation de l'Éclipſe de Lune du premier Novembre 1762, faite à Rouen, par M. Bouin, Correſpondant de l'Académie.



L'ACADÉMIE avoit proposé pour le sujet du Prix de 1762; *Si les Planètes se meuvent dans un milieu dont la résistance produise quelque effet sensible sur leur mouvement!*

Elle a adjugé ce Prix à la Pièce n°. 6, qui a pour devise:

Quâ vi per faciles volvantur sidera Cœlos,

dont l'Auteur est M. l'abbé Bossut, Professeur royal de Mathématiques de l'École du Génie à Mézières, & Correspondant de l'Académie.

Celle qui a paru en approcher davantage est la Pièce n°. 1, qui a pour devise:

Hæc super imposuit liquidum & gravitate carentem
Æthera nec quidquam terrenæ fæcis habentem.

L'Académie à cru pouvoir citer cette Pièce avec éloge, comme remplie d'excellentes recherches.

Celle qui a paru approcher davantage des deux précédentes, est la Pièce n°. 2, dont la devise est:

. . . . *Cursus*
Æthereos patitur vastum per inane moveri.



ELOGE

DE M. L'ABBÉ DE LA CAILLE.

NICOLAS-LOUIS DE LA CAILLE, Professeur de Mathématiques au Collége Mazarin, des Académies Royales des Sciences de Paris, de Pétersbourg, de Bologne & de Gottingue, naquit à Rumigny, près de Rosoy en Tiérache, le 15 Mars 1713, de Nicolas-Louis de la Caille & de Barbe Rubuy, tous deux alliés à plusieurs familles anciennes & distinguées du Laonnois. Son père avoit servi d'abord dans la compagnie des Gendarmes de la Garde, & fait ensuite plusieurs campagnes dans l'Artillerie; ce fut dans une de ces dernières qu'il eut occasion d'être connu de M. le Duc de Bourbon, père de M. le Prince de Condé; ce Prince, qui avoit pris beaucoup de goût pour lui, lui procura à la paix la place de Capitaine des chasses de Madame la Duchesse de Vendôme à Anet; ce fut alors qu'une vie plus tranquille, soutenue d'un peu d'aisance, lui permit de se livrer au goût qu'il avoit pour les Sciences, & qu'ayant

tourné ses vues de ce côté pour l'éducation de son fils, il le mit au Collége de Lisieux.

Le jeune la Caille répondit parfaitement aux desirs de son père; mais il éprouva bientôt un cruel revers: il avoit à peine dix-huit ans lorsque ce père si bien intentionné mourut, & le laissa sans fortune, il ne demeura cependant pas sans ressource; la douceur de son caractère, son assiduité au travail, la régularité de ses mœurs, & les progrès rapides qu'il avoit faits dans ses études, lui avoient acquis l'estime & l'amitié de tous ses supérieurs; sur le compte qu'ils en rendirent à M. le Duc, ce Prince se fit un plaisir de cultiver de si heureuses dispositions, & se chargea de pourvoir à tous ses besoins. Les Princes ne sont jamais plus véritablement l'image de la Divinité, que lorsqu'ils mettent leur gloire à favoriser le mérite & à protéger la vertu.

M. l'abbé de la Caille continua donc ses études dans le même Collége, duquel il ne sortit pas même pour la Théologie, y ayant au Collége de Lisieux une Communauté particulière pour les jeunes Théologiens.

Ce fut alors qu'il commença à tourner

ſes vues du côté de l'Aſtronomie ; la difficulté de s'inſtruire ſans Maître, ſans livres, ſans inſtrumens, le ſecret qu'exigeoit cette eſpèce d'étude abſolument étangère à celles auxquelles le lieu qu'il habitoit étoit conſacré, en un mot, tous les obſtacles qu'il rencontra ne purent refroidir ſon ardeur ni lui faire abandonner ſon projet, & je puis aſſurer qu'en 1736, il étoit déja prodigieuſement avancé ; car ayant ſu que je demeurois dans ſon voiſinage, il me fit l'honneur de me venir demander mes conſeils. Je fus étonné de voir juſqu'où il avoit pu aller ſeul & ſans ſecours ; mais comme je devois inceſſamment partir pour un voyage de pluſieurs mois, je ne pus que lui donner des conſeils généraux, & je l'exhortai à s'adreſſer à feu M. Caſſini.

Ce célèbre Aſtronome n'eut pas de peine à reconnoître les talens de M. l'abbé de la Caille, & pour être plus à portée de les cultiver, il le prit avec lui à l'Obſervatoire. Avec l'amour que le jeune homme avoit pour l'Aſtronomie & les ſecours qu'il trouva dans cette excellente école, il ne tarda pas à devenir un habile Aſtronome, & bientôt il fut en état de partager avec M. de Thuri

le travail de la Méridienne qui, passant par l'Observatoire, traverse du nord au sud tout le Royaume. Il fut occupé de cet ouvrage pendant près de trois années ; on ne sauroit croire combien son exactitude dans les opérations & son infatigable assiduité au travail y procurèrent d'avantages : nos Histoires en ont fait mention, & il eût probablement continué de s'y livrer avec la même ardeur, si une circonstance trop honorable à sa mémoire pour être passée sous silence, ne l'en eût rappellé en 1738.

La Chaire de Mathématiques du Collége Mazarin se trouva vacante ; M. l'abbé de la Caille étoit alors jeune & sans aucun titre qui pût suppléer à l'âge; il étoit absent quand la chaire vaqua ; & quand il auroit été à Paris, ceux qui l'ont connu ne seront pas surpris lorsque j'avancerai qu'il ne l'auroit jamais demandée ; mais sa réputation, déja plus étendue qu'il ne pensoit, sollicita pour lui & lui fit déférer cette place, autrefois occupée par le célèbre M. Varignon, dont il se trouva en quelque sorte le successeur à l'âge de vingt-cinq ans.

Dès qu'il en fut revêtu, il tourna toutes ses vues vers cet objet, dont il

connoissoit l'importance. Pour ménager, autant qu'il étoit possible, le temps destiné à l'instruction de ses élèves, il composa des Leçons élémentaires de Mathématique, dont il fit imprimer la première partie en 1741 & les autres successivement : ces Leçons sont extrêmement abrégées, elles supposent les explications de vive voix, qui en devoient être comme l'ame : on pourroit les regarder comme des espèces de cahiers imprimés, dont il seroit bien à souhaiter que l'usage s'introduisît dans toutes les Écoles, on y gagneroit un temps précieux, inutilement perdu à transcrire des leçons qu'on pourroit se procurer aisément par cette voie.

L'occupation que fournissoit à M. l'abbé de la Caille son nouveau ministère, ne lui avoit rien fait perdre de son goût pour l'Astronomie ; il s'étoit procuré au Collége Mazarin même un observatoire solide & commode, & il l'avoit garni d'excellens instrumens : c'étoit-là qu'il se délassoit des travaux de sa place, par les observations les plus délicates & les plus assidues. Bientôt ces plaisirs devinrent des devoirs : l'Académie n'hésita pas à s'attacher un sujet qui promettoit un avenir si brillant ; & il y obtint,

le 3 de Mai 1741 une place d'Adjoint-Astronome, de laquelle il passa peu d'années après à celle d'Associé.

Il ne tarda pas à faire voir combien il étoit digne du choix de l'Académie ; il donna dès la même année un Mémoire sur l'application du calcul des différences à la Trigonométrie sphérique. *Roger Cotes*, célèbre Géomètre anglois, avoit donné sur cette matière en 1716 un Ouvrage, intitulé *Æstimatio errorum in mixtâ Mathesi*; mais ce Livre, d'ailleurs assez rare, étoit très-difficile à entendre. M. l'abbé de la Caille tira de cet Ouvrage tout ce qui pouvoit avoir rapport à l'Astronomie ; il l'éclaircit, il en rendit les formules plus générales, & il eut l'art de les réduire aux simples analogies du calcul trigonométrique. Par ce moyen, si familier aux Astronomes, on peut, en faisant successivement varier les angles & les côtés, reconnoître sûrement ce qu'on peut avoir à craindre de chaque erreur possible.

Les étoiles, dont le mouvement est très-lent, servent pour ainsi dire aux Astronomes de points de reconnoissance, auxquels ils comparent les mouvemens des Planètes & des Comètes : rien n'est donc plus important que de fixer exac-

tement la poſition de ces points & d'en augmenter le nombre, ou, ce qui eſt la même choſe, d'en conſtruire un Catalogue exact & complet : pour y parvenir, M. l'abbé de Caille imagina de partager toute l'étendue du ciel viſible en bandes parallèles à l'Équateur, dont la largeur n'excède pas la largeur du champ d'une lunette de huit pieds. Il détermine avec tout le ſoin poſſible, par les règles ordinaires, la poſition de deux ou trois des plus belles étoiles compriſes dans chaque bande. Cela fait, en fixant la lunette dans quelqu'endroit, de manière qu'une des étoiles du milieu d'une bande parcoure un de ſes fils, cette lunette devient un inſtrument ſuffiſant pour déterminer la poſition de toutes les étoiles de cette bande, & il eſt évident qu'on ne peut, par ce moyen, omettre aucune des étoiles de cette bande, qui paſſent néceſſairement toutes par l'ouverture de la lunette, & que la même opération, répétée autant de fois qu'il y a de bandes dans l'étendue du Ciel, donnera, ſans aucuns autres inſtrumens qu'une lunette & une pendule, un Catalogue des étoiles viſibles auſſi exact & auſſi complet qu'il ſoit poſſible de l'avoir. Nous verrons bientôt quel

quel parti il a su tirer de cette méthode si simple & si facile.

Il possédoit en effet l'art précieux de simplifier les méthodes & de faciliter la solution des problèmes les plus difficiles. On a de lui un moyen si facile de déterminer la position de l'apogée du Soleil ou du point où il est le plus éloigné de la Terre, qu'on a lieu d'être étonné qu'il ne se soit pas présenté le premier. Il avoit remarqué que le grand axe de l'ellipse étoit la seule ligne passant par le foyer qui partageât l'ellipse en deux également, & que les inégalités du mouvement de la planète étoient de chaque côté les mêmes avec des signes contraires; d'où il suit que cette ligne est la seule qui détermine deux points, tels que la planète mette autant de temps à aller d'un de ces points à l'autre qu'elle en met à retourner de ce second au premier; il tire de-là un moyen extrêmement facile d'avoir la position de l'apogée, en examinant avec soin les deux points éloignés de six signes, entre lesquels le mouvement du Soleil a été précisément égal de part & d'autre, & il fait voir par des raisonnemens astronomiques & par des exemples, que ce moyen est susceptible dans la pratique

d'une précision au moins égale à celle des méthodes qui avoient paru jusqu'alors.

Un autre Ouvrage de M. l'abbé de la Caille, aussi utile qu'aucun de ceux dont nous venons de parler, est le Mémoire, ou, pour parler plus juste, le Traité des Projections astronomiques, qu'il donna à l'Académie en 1744. On sait depuis long-temps de quel usage sont dans l'Astronomie ces représentations régulières de la sphère sur un plan, qu'on nomme *projections* ; on avoit à la vérité des règles sûres pour les former, mais ces règles changeoient suivant la différente position qu'on donnoit à l'œil, & lorsqu'on les vouloit appliquer aux éclipses de Soleil & des étoiles par la Lune, on étoit obligé de négliger plusieurs élémens, dont le calcul auroit rendu la méthode impraticable si on y avoit eu égard. M. l'abbé de la Caille rappelle toutes ces projections à une règle commune, susceptible de représenter tous les élemens avec la plus grande rigueur, & à laquelle le calcul s'applique avec une facilité merveilleuse. C'est gagner beaucoup en Astronomie que de diminuer la difficulté des calculs lorsqu'on ne peut en diminuer la quan-

tité. Il applique ces mêmes règles avec des exemples raisonnés, au calcul des éclipses de Soleil & de celles des Étoiles par la Lune, & enfin à la correction des Tables; tous objets importans sur lesquels influe considérablement la facilité de sa méthode.

On avoit depuis long-temps imaginé de calculer la route des Comètes, dans un orbe parabolique qui diffère effectivement très-peu de l'orbe elliptique très-alongé, dans lequel elles font réellement leur cours, du moins pour la petite partie de ce cours qu'il nous est donné d'observer: ce calcul étoit infiniment plus simple, que si l'on eût pris la véritable figure de l'orbite; mais, malgré cette plus grande simplicité, il restoit encore bien des difficultés à vaincre; il donna, en 1746, une méthode si facile de calculer le cours d'une Comète, en supposant son orbite parabolique, qu'en employant un petit nombre d'observations & seulement six fausses positions, le calculateur le moins exercé, peut en moins d'une demi-heure en déterminer tous les élémens, & reconnoître si elle n'est pas une de celles qui ont été précédemment observées; il y indique les attentions nécessaires dans le

choix des obſervations, pour aſſurer le ſuccès de cette recherche ; & pour ne rien laiſſer à deſirer ſur cette matiere, il en donna l'année ſuivante un exemple très-détaillé : donner à une méthode utile un degré de facilité conſidérable dont elle ne jouiſſoit pas, c'eſt ſouvent rendre un auſſi grand ſervice, que d'en inventer une nouvelle.

Tant d'ouvrages, & bien d'autres dont les bornes de cet Éloge ne nous permettent pas de faire mention, produits en ſi peu de temps, ſuffiſoient certainement pour mettre la gloire de M. l'abbé de la Caille en ſûreté ; mais ce n'étoit pas la gloire qu'il cherchoit, c'étoit le progrès de l'Aſtronomie ; l'envie d'y contribuer le porta à entreprendre un voyage au cap de Bonne-Eſpérance, dans la vue d'y vérifier, par des obſervations concertées avec les Aſtronomes de l'Europe, pluſieurs élémens importans, comme les parallaxes du Soleil, de la Lune & de quelques planètes, l'obliquité de l'Écliptique, &c. & de profiter de la ſituation de ce lieu placé à plus de 34 degrés de latitude méridionale, pour obſerver la poſition des étoiles du ciel auſtral, & compléter le catalogue auquel il travailloit

depuis long-temps. Ce projet de voyage fut approuvé de l'Académie & adopté par le Ministère ; & M. l'abbé de la Caille s'embarqua le 21 Novembre 1750, sur les Vaisseaux de la Compagnie des Indes, pour se rendre au cap de Bonne-Espérance, muni de tous les instrumens nécessaires, des recommandations les plus pressantes & des ordres les plus précis du gouvernement Hollandois. Quelqu'intéressant que puisse être le récit de son voyage, nous ne répéterons point ici ce que nos Histoires en ont publié dans le temps ; mais ce que nous ne pouvons passer sous silence, c'est l'accueil qu'il reçut de M. Tulbagh, commandant du Cap, qui se fit un devoir de lui procurer tout ce qui pouvoit contribuer au succès de ses opérations, & les marques d'estime & d'amitié qu'il reçut de plusieurs autres Officiers & habitans qui s'empressèrent non-seulement de le favoriser, mais encore de le seconder dans l'occasion : l'Académie a cru, qu'au hasard même d'une redite, elle devoit leur renouveller ici le témoignage public de sa reconnoissance.

M. l'abbé de la Caille trouva au cap de Bonne-Espérance, comme il l'avoit bien prévu, un climat dans lequel on

jouit pendant des intervalles de temps très-considérables, d'une sérénité d'air capable d'inviter à observer, des Astronomes moins zélés que lui; mais il éprouva bientôt un inconvénient qu'on n'auroit pas aisément deviné, ce ciel si serein ne l'est, du moins quant aux observations, qu'en apparence, & dès que le vent de sud-est souffle, ce qui arrive pendant près de la moitié de l'année, les astres éprouvent une augmentation de diamètre & un sautillement qui, joints à l'incommodité causée par la violence du vent, ne permettent presque pas de déterminer leur position. L'adresse de M. l'abbé de la Caille, & pour tout dire aussi, l'habitude extrême d'observer, qu'il avoit acquise, lui donnèrent bientôt le moyen de surmonter cette difficulté; des lunettes plus courtes rendirent le sautillement moins sensible, & la manière de les mettre à l'abri du vent, acheva de faire disparoître un inconvénient qui auroit pu faire perdre à un Astronome moins intelligent, la plus grande partie du fruit de son voyage; il s'appliqua donc sans relâche à déterminer la position des étoiles du ciel austral, & on ne l'accusera certainement pas d'y avoir perdu son temps,

quand on saura que, dans deux années de temps il en avoit déterminé plus de neuf mille huit cents, dont il a déposé le catalogue dans la bibliothèque de l'Académie : richesse immense pour l'Astronomie, & qui passe de bien loin tout ce qui avoit été fait sur cette matière ; il s'en falloit bien que toutes ces étoiles fussent comprises dans le petit nombre de constellations australes qu'on connoissoit ; M. l'abbé de la Caille étoit en droit de les rassembler sous des figures qui puissent être un monument de son voyage & de ses travaux, son extrême modestie ne lui permit pas d'user de ce droit ; il avoit consacré son voyage à l'utilité des Sciences, il leur consacra de même les nouvelles constellations qui ne portent d'autres figures & d'autre noms que ceux des instrumens des Sciences & des Beaux-Arts ; un oubli de lui-même si rare & si modeste, mérite bien d'avoir place dans cet éloge, & de former un monument à sa gloire. Jamais les hommes n'ont plus de droit d'y prétendre, que lorsqu'ils négligent de s'assurer eux-mêmes celle qui est dûe à leurs services.

Pendant ce même temps les observations nécessaires à déterminer les parallaxes, & dont les Astronomes d'Eu-

rope faisoient les correspondantes, n'étoient pas oubliées; mais M. l'abbé de la Caille voyant que tous les travaux qui avoient fait le principal objet de son voyage, n'avoient pas, graces à son activité, rempli le temps qui devoit s'écouler jusqu'à l'arrivée du vaisseau sur lequel il comptoit repasser en Europe, il employa ce temps qui lui restoit, à un ouvrage qui seul auroit pu servir de motif à son voyage; ce fut à mesurer un degré du méridien à la latitude du Cap; on en avoit mesuré sous l'Équateur, sous le cercle polaire, en France & en plusieurs autres endroits de l'Europe; mais on n'avoit aucun degré mesuré dans la partie australe du globe terrestre, & cette mesure est devenue d'autant plus importante, qu'elle semble indiquer que les parallèles de cette partie n'ont pas des rayons égaux à ceux des parallèles de latitude semblable du côté du nord: paradoxe bien singulier, mais qui mérite d'autant plus d'être éclairci, que le petit nombre de triangles qui ont été employés à cette mesure; l'exactitude de M. l'abbé de la Caille, & l'habitude qu'il avoit acquise de ces sortes d'opérations, ne permettent guère de soupçonner une erreur

ſenſible dans ſes déterminations; ce fut à une occupation ſi digne de lui, qu'il employa le temps qui s'écoula depuis la fin de ſes obſervations, juſqu'à l'arrivée du vaiſſeau.

Ce navire arriva effectivement, mais il apporta à M. l'abbé de la Caille, des ordres de paſſer dans les îles de France & de Bourbon, pour en déterminer la ſituation; il ſavoit, & l'on ignoroit encore en France, que la poſition de ces îles avoit été fixée avec la plus grande exactitude par les obſervations que M. d'Après y avoit faites; il n'héſita cependant pas un moment à obéir aux ordres qui lui avoient été adreſſés, montrant, par cet exemple, avec combien d'exactitude on doit exécuter ceux qu'on reçoit du Souverain qui ſouvent peuvent avoir des motifs ſecrets, très-différens de ceux qui paroiſſent, & qu'on ne doit jamais eſſayer de pénétrer; ce voyage retarda de plus de deux ans, le retour de M. l'abbé de la Caille, & nous ne le vîmes reparoître à nos Aſſemblées, qu'au mois de Juin 1754, rapportant de ſon expédition, non les dépouilles de l'Orient, mais, s'il m'eſt permis d'employer cette expreſſion, celle du ciel Auſtral, avant lui preſque inconnu aux Aſtrono-

mes, & que la finesse & l'infatigable assiduité de ses observations venoient de soumettre aux loix de l'Astronomie.

Aussitôt après son retour, M. l'abbé de la Caille se hâta de rendre compte à l'Académie de son voyage, dont elle a publié la relation en 1751 (1); mais comme il n'avoit, à proprement parler, qu'effleuré dans cette relation plusieurs des objets de ses recherches, il se réserva à les approfondir dans différens Mémoires qu'il lut par la suite.

De ce nombre sont ses observations sur les Nébuleuses australes qu'il distingue en trois espèces; la première qui contient celles qui ne sont composées que d'un amas de lumière diffuse, blanchâtre & semblable à une Comète foible, sans queue; la seconde composée d'étoiles assez voisines pour être confondues ensemble à la vue simple, mais qui paroissent séparées, dès qu'elles sont vues à la lunette; la troisième enfin qui contient des étoiles véritables, mais entourées de cette nébulosité qui constitue seule la première espèce.

Ses recherches sur les réfractions Astronomiques, ne sont ni moins ingé-

(1) *Voyez Histoire 1751.*

nieuses, ni moins intéressantes; il avoit remarqué pendant son séjour au Cap, que plusieurs étoiles qui passoient proche de son zénith, ne s'élevoient à Paris que de peu de degrés, & que d'autres au contraire très-voisines du zénith à Paris, paroissoient au Cap très-proches de l'horizon; il est certain qu'en faisant abstraction de la réfraction, les hauteurs des mêmes étoiles observées dans les deux endroits, devoient n'avoir d'autre différence de hauteur que celle de la latitude, & que celle qui s'y trouvoit de plus, étoit égale à la somme de la réfraction au Cap & à Paris: il ne s'agissoit donc plus que de partager cette somme pour avoir la réfraction absolue à la hauteur où l'étoile avoit été observée dans chaque endroit; M. l'abbé de la Caille enseigne dans son Mémoire à faire ce partage; il avoit trouvé de plus que les différentes densités de l'air faisoient varier sensiblement la réfraction, c'en fut assez pour l'engager à construire une table de réfractions, composée de deux parties; la première exprime la réfraction moyenne, due à chaque degré, & la seconde indique pour chaque ligne de la variation du baromètre, & pour chaque degré du thermomètre, ce

qu'on doit ajouter ou retrancher à la réfraction moyenne, pour avoir la véritable ; il finit ce Mémoire par examiner sur ce principe toutes les tables de réfraction déja connues, dont il fait une espèce de critique : jamais peut-être n'avoit-on porté l'exactitude si loin sur cette matière.

La comparaison de ses observations pour les parallaxes du Soleil, de la Lune, de Mars & de Vénus avec celles qu'avoient faites, de concert avec lui, les Astronomes de l'Europe, & dont il a rendu compte dans plusieurs Mémoires, est un modèle achevé des discussions astronomiques de cette espèce : on ne croiroit qu'à peine qu'on pût atteindre à une si grande précision ni évaluer avec autant d'art les petites erreurs dont les Observations ont pu être susceptibles & que la finesse de ses recherches lui fait comme deviner ; & pour laisser aux Astronomes le moyen d'en tirer toute l'utilité possible, il a donné tout au long les calculs sur lesquels ses déterminations sont fondées : il en résulte qu'en prenant un milieu entre toutes, la parallaxe horizontale du Soleil est de 9″ ½, celle de la Lune, dans ses moyennes distances, de 56′ 56″ ; celle de Mars, en oppo-

ſition, de 29″; & celle de Vénus de 38″. Ces déterminations ſi importantes pour l'Aſtronomie, ſont un des fruits du Voyage de M. l'abbé de la Caille.

Un autre fruit du même voyage, dont l'utilité eſt encore plus immédiate, eſt l'Ouvrage qu'il a donné ſur la manière de trouver les Longitudes en mer, par le moyen de la Lune: le mouvement de cette Planète eſt ſi prompt que deux Obſervateurs, placés ſous des méridiens différens, ne la voient pas au même point du ciel, la Lune ayant avancé depuis ſon paſſage par le méridien du premier endroit, juſqu'à ce qu'elle ſoit arrivée au ſecond; mais quoique cette différence ſoit ſenſible, elle n'eſt pas néanmoins fort grande; elle n'eſt guère en nombres ronds que de 2 minutes par degré de longitude, quantité dont la plus grande partie pourroit être abſorbée, tant par les erreurs qu'on commettroit en obſervant le lieu de la Lune, que par celles des Tables. M. l'abbé de la Caille, qui, pendant toute la traverſée, avoit employé cette méthode, & preſque toujours avec ſuccès, donna à ſon retour un Mémoire ſur ce ſujet, dans lequel il examine les différentes manières d'obſerver en mer le lieu de la Lune, ou,

pour parler plus juſte, de le déduire des obſervations, & le degré de préciſion dont chacune de ces méthodes eſt ſuſceptible ; il y ajoute même en faveur de ceux auxquels la Trigonométrie ſphérique ne ſeroit pas familière, une manière de déduire, par une opération graphique, le lieu de la Lune des obſervations, ſans avoir à craindre d'erreur conſidérable ; & il réſulte de tout cet ouvrage, qu'avec le degré de perfection auquel a été portée, de nos jours, la théorie de la Lune, un Obſervateur exercé à ce genre d'opération, peut obtenir la Longitude en mer à vingt-cinq ou trente lieues marines près, avantage très-grand pour la Navigation, & qui peut augmenter encore à meſure que les méthodes ſe perfectionneront.

Au milieu de toutes ces occupations, M. l'abbé de la Caille n'avoit pas perdu de vue ſes recherches ſur la théorie du Soleil ; il ſavoit que cette théorie étoit d'autant plus importante, que les lieux apparens des planètes ſont toujours affectés de l'inégalité qu'y apporte le mouvement de la Terre ; il avoit donné avant ſon départ deux Mémoires ſur ce ſujet, il fit enfin paroître en 1757, un Ouvrage intitulé, *Aſtronomiæ funda-*

menta. Ce Livre, fruit de plus de dix années d'obſervations & de calculs, a pour but de déterminer avec la plus grande préciſion les lieux du Soleil & la poſition des plus belles étoiles du ciel, & principalement de celles qui, étant plus voiſines de l'écliptique, ſont par cela même plus propres à y rapporter les mouvemens des corps céleſtes : il y donne toutes les Tables néceſſaires pour dépouiller les mouvemens des Aſtres de toutes les inégalités qui leur ſont étrangères, il y rapporte ſes obſervations du Soleil & des principales étoiles, toujours comparées à la claire de la Lyre & à *Sirius;* & les précautions qu'il a priſes pour en aſſurer l'exactitude, il les avoit pouſſées juſqu'au point de ne conclure preſque jamais les paſſages par le méridien que de douze ou quatorze hauteurs correſpondantes, priſes devant & après ce paſſage, travail capable ſeul d'effrayer ceux qui n'ont jamais éprouvé ce que l'amour des Sciences peut faire entreprendre. Ce ſont ces obſervations ſi délicates qui ſervent de fondement à la détermination des élémens de la théorie du Soleil; & il termine cet Ouvrage par les obſervations de la diſtance du Soleil au zénith, faites au cap de Bonne-eſpé-

rance & à l'île de France, & par une Table de cent cinquante ascensions droites du Soleil, déduites de ses observations.

Cet Ouvrage ne précéda que d'un an la publication de ses Tables du Soleil; il en avoit posé, pour ainsi dire, les fondemens dans l'Ouvrage précédent: il emploie dans celui-ci ces élémens avec la plus grande attention; car il y pousse le calcul jusqu'aux dixièmes de secondes, exactitude qui, jusqu'alors, avoit été inutile, à cause de l'imperfection des Tables, & qui ne cesse de l'être que par la précision de celles-ci. Il en a extrêmement facilité le calcul, en multipliant les époques & les Tables des moyens mouvemens, & en construisant les Tables d'équation de 10 minutes en 10 minutes; il y a joint des Tables de tous les petits dérangemens que les actions de Jupiter, de Vénus & de la Lune peuvent produire dans le mouvement du Soleil; enfin, il y a augmenté de trois chiffres les logarithmes de la distance du Soleil à la Terre. Cet Ouvrage, fait avec tant de soin & de travail, mérite d'autant plus d'éloges, qu'il devient pour l'avenir une base certaine de tous les calculs, & un témoignage

authentique de ce que l'Aſtronomie doit aux travaux de M. l'abbé de la Caille & à ceux de l'Académie.

La célèbre Comète de 1759 étoit un phénomème trop intéreſſant pour que M. l'abbé de la Caille pût négliger de l'obſerver ; il l'obſerva en effet avec ſon exactitude ordinaire, & donna à l'Académie non-ſeulement ſes obſervations, mais encore les élémens de la théorie de cette Cométe qui en réſultoient : il obſerva de même les deux qui parurent en 1760, dont il détermina auſſi l'orbite & les élémens ; mais il ajouta à la théorie de celle qui parut au mois de Janvier 1760, un morceau trop intéreſſant pour être paſſé ſous ſilence. La vîteſſe apparente de cette Comète avoit été ſi grande que le 8 Janvier, jour auquel elle fut apperçue, elle parcourut en 24 heures environ 40 degrés ; à l'occaſion de cette prodigieuſe vîteſſe, qui avoit perſuadé à beaucoup de perſonnes que la Comète avoit paſſé bien plus près de la Terre que la Lune, il fit voir dans ſon premier Mémoire qu'une Comète rétrograde pouvoit encore avoir un mouvement apparent plus rapide, en ſuppoſant ſeulement qu'elle paſsât à peu-près à la diſ-

tance de la Lune à la Terre; qu'il étoit poſſible, en ce cas, qu'elle parût aller auſſi vîte dans le ciel qu'un homme qui iroit à très-grand pas ſur le Pont-neuf paroîtroit aller à un ſpectateur placé ſur le Pont-royal, eſpèce de paradoxe aſtronomique, que les démonſtrations de M. l'abbé de la Caille prouvent cependant avec la plus grande certitude.

On n'imagineroit pas aiſément qu'avec la multitude d'Ouvrages ſortis de ſa plume, il trouvât encore le moyen de travailler à ceux des autres, c'eſt cependant ce qu'il a fait pluſieurs fois. Le P. Feuillée avoit été envoyé en 1724 aux Canaries, pour déterminer plus préciſément la poſition du premier méridien à l'égard de celui de Paris, & il avoit dépoſé à l'Académie la relation de ſon voyage, qui étoit un aſſez gros in-folio; mais ce Père n'avoit corrigé ſes obſervations que d'après les élémens connus de ſon temps. M. l'abbé de la Caille en a refait tous les calculs d'après les élémens connus aujourd'hui; il a ſupprimé tout ce qui n'intéreſſoit ni la Géographie ni l'Aſtronomie, & a donné tout l'eſſentiel de ce voyage en un ſeul Mémoire, auquel il a joint une Carte de ces îles.

L'Académie poſſédoit encore un tréſor

de cette espèce dans les Journaux du voyage de M. de Chazelles dans le Levant, où il avoit été envoyé par ordre du Roi. Comme il étoit mort sans avoir pu mettre en ordre tous ses papiers, ils étoient demeurés en quelque sorte inutiles : M. l'abbé de la Caille entreprit de les débrouiller; il en fit un extrait fidèle, auquel il joignit la notice de quelques autres Ouvrages du même Académicien, que l'Académie avoit en manuscrit : cet extrait & cette notice sont imprimés dans ce Volume.

Ce même Volume contiendra encore l'histoire d'un pareil travail de M. l'abbé de la Caille : M. le Duc de Laval trouva à Cassel le Recueil manuscrit des Observations de Guillaume, Landgrave de Hesse ; le zèle qu'il avoit pour l'avancement des Sciences, l'engagea à remettre ce précieux dépôt à l'Académie : ce fut encore un surcroît d'occupations pour M. l'abbé de la Caille, qui les examina toutes & en donna la notice la plus détaillée. La notice d'un Ouvrage de cette espèce est presqu'aussi utile que l'Ouvrage même, quand il est dans un dépôt où l'on peut le consulter à toute heure.

Nous avons dit dans l'Eloge de M.

Bouguer, que ſon Traité d'Optique ſur la gradation de la lumière n'avoit été donné à l'impreſſion que très-peu de jours avant ſa mort, M. l'abbé de la Caille, qui avoit toujours été uni avec lui des liens de l'eſtime & de l'amitié, prit de cet Ouvrage, demeuré poſthume, le ſoin le plus aſſidu, & c'eſt à ce ſoin que le public en doit la publication : il a encore depuis donné une ſeconde édition abrégée du Traité de Navigation du même auteur, dans laquelle il avoit rangé les Tables de ſinus & de logarithmes dans une forme ſi commode, que le public Mathématicien a deſiré de les avoir ſéparées & qu'on en a tiré beaucoup d'exemplaires à part. Il avoit offert de ſeconder M. de l'Iſle dans le travail du Dépôt de la Marine, & cela dans la ſeule vue d'être utile & ſans demander aucune récompenſe : ce zèle ſi déſintéreſſé lui attira de M. de Machault alors Miniſtre de la Marine, la lettre la plus flatteuſe & la plus honorable.

Tous ces travaux ne prenoient rien ſur ſon activité dès que le bien de l'Aſtronomie ou celui de l'Académie exigeoient qu'il quittât ce Cabinet, dans lequel il étoit ſi utilement occupé. Lorſque l'Académie jugea à propos en

1756 (1), de faire meſurer la baſe de M. Picard, il fut un de ceux qui prirent le plus de part à cette laborieuſe opération : les obſervations n'étoient jamais interrompues; & indépendamment de celles qu'il communiquoit régulièrement tous les ans à l'Académie, il en faiſoit encore d'autres relatives à ſon Catalogue d'étoiles : il dormoit à peine trois ou quatre heures dans de certaines nuits ; il a avoué à ſes amis qu'une nuit du dernier hiver il avoit été trois heures de ſuite couché ſur le dos pour obſerver des Étoiles proche du zénith, & qu'il s'apperçut ſeulement en ſe relevant qu'il avoit été ſaiſi par le froid.

A la fin ſon tempérament, quoique robuſte, ſuccomba ſous tant de fatigues; il fut attaqué le vendredi 15 Mars dernier d'une fièvre maligne, de laquelle il mourut le 21, après avoir donné toutes les marques de la piété ſincère & ſolide qui avoit toute ſa vie ſervi de règle à ſa conduite.

Il étoit d'une taille au-deſſus de la médiocre, ſérieux & froid avec ceux qu'il ne connoiſſoit pas, mais ſe laiſſant aller avec ſes amis à une gaieté douce

(1) *Voyez Hiſtoire 1756.*

& tranquille, qui peignoit toute la sérénité de ſon ame : ami de la vérité preſque juſqu'à l'imprudence, il oſoit la dire en face, même au haſard de déplaire, quoique ſans aucun deſſein de choquer. On peut bien juger qu'avec ce caractère il étoit incapable d'aucun ſubterfuge ; il étoit extrêmement égal & modéré dans toute ſa conduite & du déſintéreſſement le plus parfait : il n'a jamais ſollicité aucune grace ni fait un pas vers la fortune, il falloit, pour ainſi dire, qu'elle vînt elle-même le chercher ; auſſi n'a-t-il pas eu ſouvent lieu de ſe louer de ſes faveurs ; mais ſon extrême modeſtie & la modération de ſes deſirs lui tenoient lieu d'opulence, & il eſt peut-être plus aiſé d'être heureux en retranchant les deſirs inutiles qu'en travaillant à ſe mettre en état de les ſatisfaire. Son eſprit étoit de la plus grande netteté, on auroit dit, lorſqu'il parloit, que les idées les plus abſtraites venoient ſe ranger elles-mêmes dans ſon diſcours ſuivant l'ordre le plus méthodique. Le même ordre & la même clarté ſe trouvent dans ſes Écrits ; il y joignoit la pureté du ſtyle, mais ſans aucun ornement, & on n'y remarque aucune penſée brillante & recherchée ; ce n'eſt pas

qu'il n'eût été à portée d'y en répandre, il avoit une connoiſſance aſſez étendue des Belles-Lettres, & la fidélité de ſa mémoire étoit telle, qu'il n'avoit preſque rien oublié de ce qu'il avoit lû ou entendu, mais il ne profitoit pas de cet avantage pour orner ſes Ouvrages : content d'expoſer nettement ſes penſées, il ſongeoit rarement à les embellir. Jamais homme ne fut plus fidèle ni plus exact à tous ſes devoirs ; deux violens accès de goutte qu'il eut en 1760 ne purent l'empêcher de faire ſes leçons au Collége Mazarin : perſonne n'étoit plus aſſidu que lui à nos Aſſemblées, ni plus exact à s'acquitter de tous les devoirs qu'impoſe la qualité d'Académicien. Il étoit Diacre, & la même piété qui l'avoit appellé à l'état eccléſiaſtique, l'avoit empêché de recevoir l'ordre de Prêtriſe dès qu'il s'étoit vu lié à des fonctions qui auroient pu faire obſtacle à celles qu'auroit exigées de lui ce miniſtère. En un mot, on peut dire qu'il a vécu auſſi rempli de vertus que de ſavoir, & qu'il ne lui a manqué aucune des qualités qui caractériſent le parfait honnête homme, le digne Eccléſiaſtique, le grand Aſtronome & l'excellent Académicien.

ÉLOGE

DE M. HALES.

ETIENNE HALES, Docteur en Théologie, Aumônier de S. A. R. Madame la Princesse de Galles, & Membre des Académies Royales des Sciences de France & d'Angleterre, naquit dans le comté de Kent le 7 Septembre 1677, de Thomas Hales & de Marie Wood; sa famille étoit une des plus anciennes & des plus respectables du Comté, & son aïeul le Chevalier Hales de Beckersburne avoit été créé Baronet, titre le le plus honorable que puisse porter un Gentilhomme Anglois qui n'est pas Pair du Royaume.

Il fit ses premières études dans la maison paternelle; elles n'avoient alors probablement pour but que le Ministère ecclésiastique, auquel on le destinoit & dans lequel il entra effectivement dans la suite; rien n'avoit encore donné lieu de reconnoître les talens qu'il avoit reçus de la Nature, ou si quelque chose avoit pu le faire soupçonner, ce n'avoit été que son assiduité à l'étude, & la justesse de son esprit, espèce de maturité précoce qui

qui annonce presque toujours les talens supérieurs long-temps même avant qu'ils commencent à se développer.

Ses premières études étant finies, il fut envoyé à Cambridge à l'âge de dix-neuf ans, & inscrit pensionnaire au Collége de Christ. Ce fut là qu'il prit ses degrés & que son inclination pour l'étude des Mathématiques & de la Physique commença à se déclarer; il s'y livra avec tant d'ardeur, que sans autre secours que son travail, il étoit parvenu à entendre assez bien le systême de Copernic pour le représenter dans une espèce de planisphère, où les planètes étoient placées dans leur ordre naturel & faisoient leurs révolutions proportionnellement aux temps périodiques de leurs révolutions réelles, machine alors peu connue & qui s'est depuis extrêmement multipliée sous le nom d'*Orreri*, qu'elle a tiré du Comte de ce nom, ce Seigneur en ayant fait construire par M. Graham une des premières, & qui a servi de modèle à toutes celles qui ont été depuis faites en Angleterre; nous disons en Angleterre, car il est certain que les planisphères mouvans de M. Roëmer la font remonter en France à

une date de beaucoup antérieure (1). Quoi qu'il en ſoit, il eſt bien certain que M. Hales n'en avoit alors aucune connoiſſance ; & que ſi nous ne pouvons lui attribuer entièrement la gloire de l'invention, on ne peut au moins lui en refuſer le mérite.

Dans le même Collége de Chriſt, ſe trouvoit alors M. Stackley, aujourd'hui Docteur en Médecine, Membre du Collége des Médecins de Londres & de la Société Royale : la conformité de goût & de talent eut bientôt lié les deux jeunes gens d'une étroite amitié, & leurs plaiſirs devinrent communs ; ils parcouroient tous les environs de Cambridge, pour y obſerver les plantes, les foſſiles & les inſectes ; leur guide, dans ces voyages, étoit le Livre de la Deſcription des plantes qui naiſſent aux environs de Cambridge, par le célèbre M. Ray : ce guide, incapable de les égarer, quant à leur objet, les conduiſoit ſouvent à de mauvais gîtes ; mais l'envie de s'inſtruire les faiſoit paſſer ſur ces déſagrémens ; ſouvent ils ne trouvoient pour ſe déſaltérer que de mauvaiſe biere aigre, M. Hales la

(1) *Voyez Hiſtoire 1686.*

rendoit sur le champ potable, au grand étonnement de ses hôtes, en y faisant infuser de l'absynthe ou quelqu'autre plante amère : la connoissance des plantes commençoit déja à le dédommager des peines qu'il prenoit pour l'acquérir.

A l'étude de la Botanique se joignit celle de la Chimie, & nos deux associés, non contens des leçons ordinaires de leur Professeur, répétoient en leur particulier plusieurs expériences de Boyle, & assistoient avec la plus grande assiduité aux opérations chimiques qui se faisoient au collége de la Trinité, dans un Laboratoire qui avoit servi à l'illustre Newton, & dans lequel même les Manuscrits de ce grand homme sur la Chimie avoient été brûlés par un fatal accident ; à voir l'ardeur avec laquelle M. Hales se livroit à ce travail, on eût dit qu'il se sentoit en état de réparer un jour cette perte.

L'Anatomie est une partie si essentielle de la Physique, qu'on peut bien juger qu'elle n'étoit pas négligée par les deux jeunes Physiciens. M. Hales y avoit fait des progrès si rapides, que peu content des moyens qu'on emploie ordinairement pour rendre sensibles les vésicules du poumon, il imagina une nouvelle

eſpèce d'injection, qui lui parut devoir faire un bien meilleur effet; il adapta à la lumière d'un canon de mouſquet, l'orifice de la trachée-artère d'un poumon frais, & ayant mis le canon ſur un braſier, il ſouffla pendant pluſieurs heures dans ce poumon un air chaud & ſec, qui en deſſécha toutes les membranes & les véſicules, en les tenant toujours dans l'état de diſtenſion; alors il y coula du plomb ou de l'étain fondu médiocrement chaud, car on ſait que ces métaux peuvent être rendus fluides par un degré de chaleur incapable de brûler même du linge; le tout étant refroidi, il détruiſit toutes les membranes par une longue macération, & il lui reſta un bel arbre anatomique, qui, non-ſeulement repréſentoit exactement la figure de l'intérieur du poumon, mais qui permettoit encore de meſurer ſa capacité totale & celle de ſes différentes cavités. Une idée ſi ingénieuſe, & de laquelle les Ruyſch & les Winſlow ſe ſeroient fait honneur, fut le fruit des réflexions d'un Élève en Anatomie. Quelles eſpérances ne donnoit-il pas déja de ce qu'il devoit être un jour!

A voir les progrès étonnans que M. Hales avoit faits dans preſque toutes les

parties de la Physique, on seroit tenté de se persuader qu'il avoit employé tout son temps à cette étude, on se tromperoit cependant ; l'application qu'il y avoit donnée n'avoit rien pris sur celle qu'il devoit à l'objet principal qui l'avoit amené à Cambridge, & il y avoit fait de tels progrès que ceux qui avoient la direction du Collége craignant qu'un tel sujet ne leur échappât, l'aggrégèrent à leur corps avant l'âge de vingt-cinq ans, & quoiqu'il n'y eût point alors de place vacante ; il prit successivement tous ses degrés, & peu de temps après fut nommé au doyenné d'Ély, tant sa réputation de savant Ecclésiastique étoit déja établie ; la plupart des hommes ne réussissent qu'avec peine à se rendre habiles dans une seule science, M. Hales savoit déja, grace à l'étendue de son génie, les embrasser presque toutes avec un égal succès.

Aussitôt qu'il se fut mis en état d'exercer le ministère ecclésiastique, il fut nommé à la Cure de Riddington dans le comté de Middelsex, ensuite à celle de Parlok dans celui de Sommerset, & fut enfin Recteur de Sarringdon dans le Hampshire, & par-tout s'acquitta de ses devoirs avec une capacité peu commune;

mais nous ne le suivrons pas plus loin dans cet état étranger aux occupations de l'Académie, & nous allons le considérer sous le point de vue le plus intéressant pour nous, c'est-à-dire comme un des plus grands Physiciens de son siècle.

La Société Royale l'avoit admis dès 1718 au nombre de ses Membres, il commença dès l'année suivante à y lire quelques-unes de ses expériences sur les effets de la chaleur du Soleil pour faire monter la sève dans les arbres; cette célèbre Compagnie, frappée de l'utilité de ses recherches, l'exhorta à les continuer, il en lut effectivement la suite quelque temps après, & y ayant mis la dernière main, il les publia en 1727, sous le titre de *Statique des végétaux & Analyse de l'air;* il dédia cet Ouvrage au Roi George II, alors prince de Galles.

Jamais livre ne fut mieux reçu du Public, & jamais peut-être livre ne mérita mieux ce favorable accueil; les expériences qu'il y rapporte sont absolument neuves, & on y reconnoît partout ce génie créateur qui peut seul ouvrir la route aux grandes découvertes. Ceux qui pensent qu'un livre de Physique doit contenir des systèmes sur les

différentes questions qu'on y traite, peuvent s'épargner la peine de lire celui de M. Hales, ils n'y trouveront que des expériences qui, bien loin d'établir des hypothèses, renversent absolument presque toutes celles qu'on avoit faites jusque-là sur le mouvement de la sève dans les arbres, elles le conduisent souvent à des phénomènes surprenans; croiroit-on, par exemple, que la force avec laquelle un rameau de vigne tire la sève dans le temps que la vigne pleure, fût égale à la pression d'une colonne d'eau de 36 pieds de hauteur, c'est cependant ce dont M. Hales s'est assuré en mastiquant des tuyaux de cristal au bout des branches de vigne coupées dans cette saison, & en voyant jusqu'à quelle hauteur la sève sortant du rameau s'y élevoit.

Des expériences semblables, mais faites hors de la saison des pleurs de la vigne & sur un grand nombre de plantes, lui avoient appris la force & la quantité de la transpiration des plantes qu'il avoit eu l'adresse de retenir & de rendre sensibles; le jeu de la sève dans les arbres, & même l'existence des vaisseaux de communication qui lui permettent de passer latéralement d'un côté à

l'autre, y ſont mis ſous les yeux avec une adreſſe inconcevable, il y évalue l'effet de la chaleur du ſoleil ſur les différentes parties des arbres, & celui de la chaleur de la terre dont il détermine le degré juſqu'à la profondeur à laquelle les racines atteignent communément; il fait voir l'uſage des feuilles juſque-là très-peu connu, & qui, ſelon lui, ſont les organes par leſquels les plantes exhalent pendant le jour la liqueur qu'elles tirent de la terre & repompent au contraire pendant la nuit celle qui ſe trouve dans l'air, eſpèce de mouvement alternatif qui tient lieu aux plantes de la circulation du ſang qui exiſte dans le corps animal: nous ne finirions point ſi nous voulions ſeulement parcourir toutes les expériences que M. Hales rapporte dans cette première partie de ſon ouvrage, & les réſultats ſinguliers qu'il en tire; mais ce que nous ne pouvons paſſer ſous ſilence, c'eſt la prudente & modeſte retenue avec laquelle il ſe contente preſque par-tout d'énoncer les faits ſans ſe permettre de haſarder aucunes conjectures que lorſqu'un calcul exact les a changées en démonſtrations: il eſt fâcheux pour l'avancement de la Phyſique qu'un ſemblable exemple n'ait pas

encore assez perdu le mérite de la singularité. La seconde partie de cet Ouvrage n'est pas moins intéressante, & mérite bien le titre qu'il donne de l'*Analyse de l'air;* il est singulier qu'il ait pu trouver autant de neuf dans une matière sur laquelle on a, sur-tout depuis un siècle, fait les recherches les plus suivies & les découvertes les plus intéressantes.

Tous ceux qui avoient jusqu'alors examiné la nature de l'air, ne l'avoient considéré que comme un fluide pesant, transparent & élastique; on ne s'étoit point encore avisé de penser que ce même air pouvoit exister & existoit réellement dans une infinité de corps sous une forme toute différente. M. Hales fait voir que toutes les substances végétales, minérales ou animales en contiennent plus ou moins, & il a l'adresse d'en déterminer la quantité qui dans certains cas est inconcevable; on ne s'imagineroit pas, par exemple, qu'un demi-pouce cubique de bois de chêne pût rendre une quantité d'air qui égalât deux cents seize fois son volume, & moins encore que cet air y fût, pour ainsi dire, corporifié & devenu une partie de la masse du bois, du poids de

laquelle il faifoit environ le tiers; on ne croira qu'à peine que le calcul humain ou la pierre de la veffie foit compofée pour plus de fa moitié d'air fixé qui, lorfqu'il a repris fon élafticité, occupe fix cents quarante-cinq fois plus de volume que la pierre qui le contenoit : l'examen de cette quantité d'air contenu dans les corps où on le foupçonnoit le moins, fert encore à rendre raifon de certains phénomènes dont on ne connoiffoit pas trop la caufe, comme de la détonation du nitre & de celle de la poudre & de l'or fulminant; M. Hales la trouve dans la grande quantité d'air contenu dans le nitre, dans le tartre & dans l'eau régale, & dans la promptitude avec laquelle cet air s'en dégage & reprend fon élafticité; on ne fauroit croire combien l'examen de la quantité d'air contenue dans les différentes fubftances, lui fournit de remarques curieufes, ni quel jour il jette non-feulement fur cette partie de la Phyfique, mais encore fur une infinité de points finguliers de l'économie animale & végétale. On peut mettre en ce rang fes obfervations fur la refpiration des animaux & fes délicates expériences fur la quantité d'air qu'elle détruit ou qu'elle prive

de son élasticité, sur celle qui est pareillement détruite par l'action de la flamme & par les vapeurs de différentes matières, & sur les moyens de prévenir ou de retarder cette destruction qui met l'air hors d'état de servir à la respiration; il en tire des moyens très-simples de se procurer l'entrée & le séjour de quelques momens souvent très-précieux dans des endroits que la destruction de l'air élastique rendroit impraticables: il n'examine pas avec une moindre attention les qualités de l'air que différens moyens remettent dans son état d'élasticité; en un mot on peut dire que cette matière n'avoit encore été traitée ni avec la même étendue ni avec la même précision, & qu'un Physicien même éclairé qui n'auroit jamais eu de connoissance de ce que contient cet ouvrage, seroit obligé de convenir après l'avoir lu, qu'il ignoroit presque entièrement la nature de l'air; la première édition que M. Hales donna en 1727, fut enlevée si rapidement, qu'il en parut une seconde en 1731; & on ne peut savoir trop de gré à M. de Buffon d'avoir comme naturalisé en France par la traduction qu'il en a donnée, un Ouvrage si utile & qu'on peut regarder comme le germe

d'une infinité de découvertes. La Société Royale en fut si satisfaite, qu'en la même année que parut la première édition de cet Ouvrage, elle mit M. Hales au nombre des Membres de son Conseil, c'est-à-dire, des Académiciens choisis qui sont chargés de la direction & des affaires de cette illustre Compagnie.

Il étoit bien difficile que le succès des expériences sur le mouvement de la sève dans les végétaux, ne fît naître l'envie à M. Hales d'examiner celui du sang dans le corps animal, déja beaucoup mieux connu que le premier; il n'y put résister, & il publia en 1733 par ordre de la Société Royale, le recueil de ses expériences & des conclusions qu'il en avoit tirées, sous le titre d'*Hæmastatique* ou de *Statique du sang* (1).

C'est en effet une mesure & une mesure exacte de la force avec laquelle le cœur chasse & pousse le sang dans le corps animal; des tuyaux transparens, adaptés à différentes artères & à divers animaux vivans, lui faisoient voir par la hauteur à laquelle le sang s'y élevoit, la force avec laquelle il étoit poussé par le cœur de l'animal dans les différentes

(1) Αἷμα, *sanguis*.

circonstances que M. Hales savoit faire naître, soit en affoiblissant l'animal par la soustraction des mesures connues de son sang, soit par mille autres moyens qu'il seroit trop long de décrire ici : l'effet de ces changemens, tant sur l'élévation du sang dans le tube que sur la vîtesse & la fréquence de la pulsation & sur la manière dont toute la machine animale en étoit affectée, étoit soigneusement observé : ces observations lui fournissent une grande quantité de remarques utiles & curieuses. Il en résulte, par exemple, que les profondes inspirations & la contraction fréquente des poumons augmentent la vîtesse du sang, & qu'on fait très-sagement une chose très-naturelle, lorsque l'ennui ou un long repos nous excite à bâiller, puisqu'on augmente nécessairement par-là le mouvement du sang engourdi : il en résulte encore que la trop grande perte du sang, qui sembleroit devoir ralentir le mouvement des artères, le précipite au contraire sensiblement, ce qui, dans bien des circonstances, peut être très-utilement employé. Il s'est assuré, en substituant de l'eau chauffée au même degré que le sang d'un animal vivant, à celui qu'il lui tiroit, que ce n'est pas seule-

ment comme fluide qu'il entretient la circulation, mais comme fluide composé d'une certaine manière ; l'eau ayant toujours causé aux animaux, dans les veines desquels on l'introduisoit, beaucoup de mal-être & assez promptement la mort : toutes observations importantes, & qui peuvent servir de guide dans une infinité d'occasions.

Ses remarques sur les injections sont encore un objet absolument nouveau : le but que les Anatomistes se proposent dans cette espèce de préparation, est de remettre les vaisseaux dans l'état où ils étoient pendant la vie de l'animal & de les y conserver, en les emplissant d'une matière qui d'abord y coule aisément & se fige ensuite dans leur cavité ; mais comme ces vaisseaux sont extensibles, il est évident que si la matière de l'injection est poussée plus ou moins fort que le sang ne l'étoit par le cœur, le vaisseau qui la recevra sera plus ou moins distendu que dans l'animal vivant, & qu'on aura une fausse mesure de sa capacité. Pour remédier à cet inconvénient, M. Hales n'emploie, pour obliger l'injection à s'insinuer dans les vaisseaux, que le poids d'une colonne de liqueur, qu'il rend égal à celui de la

colonne de sang que soutenoit l'action du cœur dans l'animal vivant, & que les expériences dont nous avons déja parlé lui avoient fait connoître. Par ce moyen, il étoit parvenu à connoître avec précision la capacité des différens tuyaux qui donnent passage au sang; il avoit mesuré leurs diamètres & s'étoit assuré, par un calcul exact, des différentes vîtesses de ce fluide dans les différentes parties où il passe. Il avoit éprouvé le degré de facilité que plusieurs liqueurs avoient à les pénétrer, qui lui étoit donné par le plus ou moins de hauteur de la colonne dont il falloit les charger; & il avoit observé ce surprenant phénomène, que l'eau ne passoit que peu ou point du tout des artères dans les veines, quoique le sang y passe librement, & que certaines parties qui refusent absolument le passage à l'eau, admettent cependant de la biere mousseuse bien plus épaisse qu'elle. Il avoit mesuré quelle pouvoit être la résistance des viscères & des principaux vaisseaux du corps animal, en examinant quelle hauteur de fluide étoit nécessaire dans le tube qu'il y adaptoit pour les faire crever, & il avoit trouvé que cette résistance excédoit de beaucoup les efforts aux-

quels ils pouvoient être exposés : il avoit examiné l'effet que les différentes liqueurs spiritueuses, acides, astringentes, émollientes, &c. pouvoient produire sur les viscères ou les vaisseaux d'un animal fraîchement tué. Ce Traité est terminé par des expériences sur la nature du calcul humain, auxquelles il joint des recherches sur les moyens de le dissoudre par l'injection de différentes liqueurs dans la vessie, & il propose de la faire, à l'aide d'une sonde creuse ou algalie double, qui permettant à l'injection de sortir dans le temps qu'on en introduit de nouvelle, y occasionne un courant qui ne peut qu'être très-salutaire dans bien des occasions. Il y ajoute enfin la description d'un instrument propre à tirer sans incision les petites pierres & les graviers qui, après avoir franchi le col de la vessie, se pourroient trouver engagés dans le canal de l'urètre.

Cet Ouvrage, quoique moins étendu que celui de la Statique des végétaux, est, comme ce dernier, rempli d'idées neuves & heureuses, & peut mener à tant de découvertes, qu'on ne peut qu'être charmé que M. de Sauvages, de la Société-royale des Sciences de Montpellier, l'ait mis à portée d'être connu du Public

françois, par la traduction qu'il en a donnée & par les notes curieuses qu'il y a jointes.

La gloire que M. Hales s'étoit si justement acquise en publiant coup sur coup les deux Ouvrages dont nous venons de parler, lui attira une distinction bien honorable de la part de l'Université d'Oxford; elle lui envoya, sur sa seule réputation & sans qu'il les eût demandées, des Lettres de Docteur, présent d'autant plus flatteur, qu'elle n'accorde presque jamais ce titre qu'à ceux qu'elle a, pour ainsi dire, élevés dans son sein; mais cette Université célèbre crut pouvoir se relâcher de son usage en faveur d'un homme qui le méritoit si bien & qui étoit capable de donner à ce titre plus de lustre qu'il n'en recevroit lui-même.

Les expériences de M. Hales lui avoient montré l'effet que les liqueurs spiritueuses pouvoient produire sur le sang & sur les viscères lorsqu'elles étoient prises intérieurement : son amour pour l'humanité ne lui permit pas de laisser cette connoissance oisive, il publia en 1734 une Dissertation contre l'usage des liqueurs fortes, sous le titre d'*Avis amical aux buveurs d'eau-de-vie*; il y

fait voir les funestes effets des liqueurs qui ne sont toutes que de l'eau-de-vie plus ou moins déguisée, & les peint assez vivement pour ôter l'envie d'en user à ceux qui voudroient réfléchir, mais les hommes n'écoutent pas toujours le langage de la raison, & l'Écrit de M. Hales n'a guère eu d'autre usage que celui de faire paroître son bon cœur & son amour pour ses concitoyens.

Le même amour du bien public qui l'avoit engagé à publier la Dissertation dont nous venons de parler, l'engagea à tourner ses vues vers un objet encore plus important ; ce fut l'examen de la nature de l'eau de la mer & la recherche des moyens de la rendre potable, & de conserver les grains, les viandes & les différens approvisionnemens d'un vaisseau dans les voyages de long cours : ces expériences & plusieurs instructions utiles aux Voyageurs, formèrent un Ouvrage qu'il publia en 1739, & qu'il dédia aux Lords de l'Amirauté : citoyen même au milieu de ses plus profondes recherches & n'estimant presque de la qualité de grand Physicien que le moyen d'être utile aux hommes.

Cette même année fut marquée par un nouveau triomphe : nous avons dit

dans l'Éloge de M. Sloane qu'il avoit engagé le Chevalier Copley à fonder un Prix destiné à celui qui auroit présenté pendant l'année, à la Société Royale, les meilleures expériences; cette Compagnie crut en 1739 devoir l'adjuger à M. Hales pour celles qu'il lui avoit communiquées, tant sur la manière de dissoudre la pierre de la vessie, que fut celle de conserver la viande dans les voyages de long cours: ce succès l'engagea à examiner le remède pour dissoudre la pierre, proposé un an après par Mlle. Stéphens, & à publier l'exposé de ses expériences & de ses observations sur ce sujet, dans lequel il fait voir la puissance & l'utilité de ce remède.

Trois années après, car les dates de ses Ouvrages se sont toujours rapidement suivies, il publia la description du Ventilateur, instrument par le moyen duquel on peut à son gré renouveller facilement & promptement l'air dans tous les endroits où l'on peut avoir besoin d'en introduire de nouveau.

On a connu de tout temps que l'air chargé de certaines vapeurs ou trop renfermé devenoit comme inutile à la respiration & capable de causer à ceux qui s'y trouvoient exposés, des accidens

qu'on ne pouvoit faire cesser qu'en les mettant à portée de respirer un air plus pur. Les expériences de M. Hales l'avoient extrêmement éclairé sur cette matière, elles lui avoient appris la quantité d'air que la transpiration ou la respiration d'un certain nombre de personnes enfermées dans un même endroit pouvoit détruire, & l'effet que pouvoient faire des quantités données de différentes matières sur celui qui se trouvoit dans les endroits où elles étoient enfermées, & un calcul exact lui avoit fait connoître le risque qu'on couroit en respirant long-temps un air altéré de cette manière, & de combien de maladies cette altération pouvoit être la cause.

Mais comment faire respirer un air pur & nouveau à ceux qui travaillent dans les mines? comment en procurer aux malades qui remplissent les salles des hôpitaux & dont la transpiration, plus dangereuse que celle des hommes sains, altère encore plus la pureté de l'air? comment en faire avoir aux prisonniers qui, à la honte de l'humanité, sont souvent plutôt entassés qu'enfermés dans des lieux beaucoup trop étroits, & à ceux qui, dans les voyages

de long cours, sont obligés d'habiter les entre-ponts d'un vaisseau chargé de mille matières propres à corrompre la pureté de l'air ? Malgré la difficulté de ce problême, l'envie d'être utile aux hommes engagea M. Hales à y travailler ; & il en eut bientôt trouvé une solution aussi simple que facile. Une caisse de bois léger, de figure parallélipipédale un peu applatie, est partagée intérieurement par une planche mince mobile sur des charnières arrêtées au milieu d'une des extrémités de la caisse ; cette planche, qu'il nomme *diaphragme*, ne peut s'approcher du fond supérieur ou inférieur de la caisse sans chasser une partie de l'air contenu entre le diaphragme & le fond, & sans l'obliger à sortir par une large soupape destinée à cet usage, tandis que l'autre moitié de la caisse, devenue plus grande par le mouvement du diaphragme, aspire l'air extérieur par une autre soupape pratiquée pour le recevoir ; les deux soupapes aspirantes sont placées de manière qu'elles peuvent être comprises dans une boîte qui répond à un tuyau, & une semblable boîte reçoit l'air qui est chassé de la cavité du ventilateur ; on peut donc tirer quand on voudra, l'air contenu

dans un endroit ou y en envoyer de nouveau, ſelon qu'on y conduira l'un ou l'autre des deux tuyaux; & comme on n'a pas beſoin, comme dans les ſoufflets, de forcer l'air à paſſer rapidement par une petite ouverture, la force néceſſaire pour faire jouer la machine devient ſi peu conſidérable, qu'on y peut employer les perſonnes les moins vigoureuſes. C'eſt cette ingénieuſe machine qu'il emploie à tous les uſages dont nous venons de parler, & dont il donne dans ſon Ouvrage la deſcription la plus détaillée; cette deſcription eſt ſuivie d'un examen rigoureux & d'un calcul exact des effets de la machine; il en réſulte qu'elle eſt plus que ſuffiſante pour remplir tous les objets qu'il s'étoit propoſés. L'expérience a vérifié le calcul & a fait voir que malgré le peu de temps que cette machine emploie à renouveller une maſſe d'air, même aſſez conſidérable, elle ne cauſe aucun vent ni aucune incommodité; les expériences qui ont été faites ſur les vaiſſeaux, ont ſi bien réuſſi, que M. Hales n'héſite pas à la nommer le *poumon du vaiſſeau*, du moins eſt-il ſûr qu'elle ſoulage beaucoup ceux de l'Équipage, & cette machine

ſi utile a encore l'avantage de pouvoir être conſtruite par-tout & à très-peu de frais : c'eſt ſuivre exactement le plan de la Nature que d'opérer les plus grands & les plus utiles effets par les moyens les plus ſimples.

Non-ſeulement le ventilateur eſt propre à renouveller l'air deſtiné à la reſpiration, mais il peut être encore employé à bien d'autres uſages ; on peut, par exemple, s'en ſervir pour faire paſſer de l'air ſec & chaud d'un lieu dans un autre, & par ce moyen ſi ſimple ſécher de grandes quantités de poudre à canon, ſans courir le moindre riſque du feu, riſque qu'il eſt preſque impoſſible d'éviter par la méthode ordinaire. On peut s'en ſervir pour entretenir toujours dans un air ſec les grains & les autres proviſions d'un Vaiſſeau. Nous ne diſons rien ici de ſon uſage dans les greniers à blé, parce que nous en avons déja rendu compte dans l'Hiſtoire de l'Académie, en parlant des ingénieuſes applications que M. du Hamel en a faites à cet important objet ; en un mot on peut regarder le ventilateur comme un moyen certain de ſe procurer un grand nombre d'avantages, & comme un véritable préſent que M. Hales a fait à la ſociété.

Cet Ouvrage a depuis été traduit en françois par M. de Mours, Docteur en Médecine, connu par beaucoup d'ouvrages de Physique qu'il a publiés, & sur-tout par sa belle traduction des Transactions philosophiques.

Le Livre dont nous venons de rendre compte, a été le dernier que M. Hales ait publié séparément; il étoit pour lors âgé de soixante-six ans, & il ne se permit plus de travailler à des ouvrages de longue haleine, il s'en dédommageoit par un grand nombre de pièces intéressantes qu'il communiquoit à la Société Royale, & qu'elle a publiées dans ses Transactions. Nous en rapporterons seulement ici quelques-unes dont nous essayerons de donner une légère idée.

De ce nombre sont ses observations sur l'eau de goudron, dont le Docteur Berkley venoit d'apporter l'usage en Europe, en exaltant beaucoup les vertus de cette préparation. M. Hales étoit trop bon Physicien pour être enthousiaste en Médecine; il examina, il analysa, il accorda au remède sa juste valeur, il indiqua les circonstances dans lesquelles il pouvoit être utilement employé, & celles où il seroit au moins inutile & peut-être nuisible : cette

dissertation

dissertation fut lue à la Société Royale en 1745 ; il donna la même année un moyen d'empêcher le progrès des incendies, en couvrant d'une couche de terre un peu humide les édifices pour lesquels on pourroit craindre l'action des flammes ; & ce moyen, porté à Constantinople, a préservé du feu un des plus beaux édifices de cette Capitale de l'empire Ottoman.

Deux ans auparavant, il avoit donné une Dissertation sur la manière de porter dans le ventre des hydropiques, telles injections qu'on voudroit pendant l'opération de la paracenthèse ou ponction. Il avoit ouï dire qu'une femme hydropique avoit été guérie par une injection de vin rouge & d'eau minérale alumineuse, que son Chirurgien s'étoit avisé de lui faire dans l'abdomen, après avoir tiré les eaux de l'hydropisie ; c'en fut assez pour l'engager à perfectionner cette méthode, qu'il rend extrêmement facile en introduisant dans le ventre deux troiscars au lieu d'un ; par ce moyen si simple, on peut injecter la liqueur par une cannule à mesure que les eaux sortent par l'autre, & on évite même par-là l'inconvénient de la défaillance, qui

ſuit ordinairement l'évacuation trop ſubite de l'abdomen.

Les merveilles de l'Électricité ne pouvoient pas être indifférentes à un Phyſicien tel que M. Hales, il en fit auſſi l'objet de ſes recherches & de ſes expériences, & lut à la Société Royale une Diſſertation ſur ce ſujet, dans laquelle il remarque que les aigrettes électriques tirées d'une barre de fer, d'une pièce de cuivre & d'un œuf poſé ſur cette dernière, avoient des nuances de couleur ſenſiblement différentes, d'où il conclut que les corps qui fourniſſent ces aigrettes fourniſſent auſſi au feu électrique quelque peu de leur propre ſubſtance, qui occaſionne cette différence de couleur, nouveau phénomène dans une matière qui en avoit déja offert de ſi ſinguliers, & peut-être auſſi nouveau pas vers ſon explication.

Les tremblemens de terre qui, depuis quelques années, ont ébranlé preſque toutes les parties de notre globe, engagèrent M. Hales à faire quelques recherches ſur la cauſe de ces terribles phénomènes, & il crut l'entrevoir dans une des expériences qu'il avoit rapportées dans ſon Analyſe de l'air ;

il avoit remarqué que de l'air très-transſparent, quoique chargé de certaines vapeurs, perdoit cette tranſparence dès qu'on introduiſoit dans le vaiſſeau où il étoit, une médiocre quantité d'air pur, qu'il ſe troubloit, qu'il s'y excitoit une fermentation aſſez vive pendant laquelle il ſe détruiſoit beaucoup d'air; en ſuppoſant ſous la terre de grandes cavités remplies d'air chargé de ces vapeurs, il ne faut qu'une fente qui y communique pour mettre en fermentation cet air & une partie de celui de notre atmoſphère & pour y cauſer de terribles mouvemens, de-là les ſecouſſes, les ouragans & tous les phénomènes qui accompagnent ou qui précèdent ordinairement les tremblemens de terre. Il communiqua cette idée à la Société Royale dans un Mémoire qu'il y lut à ce ſujet en 1750.

On a encore de lui des recherches pour l'examen d'un moyen qui avoit été propoſé pour conſerver l'eau douce & le poiſſon non ſalé, par le moyen de l'eau de chaux, moyen que M. Hales trouva inſuffiſant. Si on doit aux Phyſiciens de la reconnoiſſance pour les pratiques utiles, qui ſont le fruit de leurs travaux, on ne leur en doit peut-être

pas moins pour celles qui seroient au moins inutiles & qu'ils empêchent de s'introduire.

Mais la Dissertation, peut-être la plus singulière qu'il ait donnée, est celle dans laquelle il enseigne à faire passer de l'air frais à travers les liqueurs qu'on distille, & à augmenter par ce moyen presque du double le produit de la distillation. Pour y parvenir, il place au fond de l'alembic une boule d'étain percée de petits trous comme la pomme d'un arrosoir; cette boule, au moyen d'un tuyau qui sort de l'alembic, répond à un soufflet double, par l'action duquel on introduit dans la liqueur un courant d'air qui facilite singulièrement son élévation en vapeurs; il applique ensuite cette méthode à la distillation de l'eau de la mer pour la rendre potable, & fait voir qu'avec un boisseau de charbon, on peut en dix heures de temps obtenir une quantité d'eau potable de deux cents quarante pintes, avantage bien considérable dans de certaines circonstances: il examine ensuite le choix des matières proposées pour mêler, avant la distillation, avec l'eau de la mer, afin de retenir le bitume & les autres matières étrangères qui pourroient s'élever avec

elle ; enfin il ne néglige rien de tout ce qui peut augmenter l'utilité de cette découverte ; mais ce qui doit le plus tourner à sa gloire, c'est l'ingénuité avec laquelle il déclare que ce qui lui a donné la première idée de cette ingénieuse pratique, est le moyen à peu près semblable, qu'un Charpentier de vaisseau employoit pour enlever en très-peu de temps la mauvaise odeur de l'eau contenue dans les puits de quelques Vaisseaux & de celle qui s'étoit gâtée dans les futailles. M. Hales s'étoit même servi de cette méthode pour enlever à du lait le mauvais goût qui lui venoit des herbes que les vaches avoient pu manger ; sur quoi il observe que si la boisson & les alimens peuvent porter leurs mauvaises qualités jusque dans le lait, il est bien à craindre que l'usage de ces alimens & des eaux de mauvaise qualité ne puisse causer des maladies cruelles à ceux qui en usent, & finit par cette utile remarque, qu'en employant le moyen dont nous venons de parler, on pourroit fournir de nouvel air au poisson qu'on transporte dans des tonneaux, & n'être pas obligé de lui donner si souvent de nouvelle eau, ce qui dans

bien des occasions peut en faciliter prodigieusement le transport.

Cet Ouvrage, & bien d'autres dont les bornes de cet Éloge ne nous permettent pas de faire mention, occupèrent les dernières années de M. Hales. Son extrême sobriété & le genre de vie qu'il menoit lui avoient toujours conservé la vigueur de l'esprit & celle du corps, mais il fallut céder au poids des années, & il mourut le 4 Janvier 1761, âgé de près de quatre-vingt-quatre ans: il fut enterré, comme il l'avoit demandé, dans son église de Riddington, qu'il avoit fait rebâtir lui-même peu d'années avant sa mort; mais S. A. R. Madame la Princesse de Galles a voulu qu'au moins son nom & ses vertus pussent décorer la célèbre abbaye de Westminster, destinée de tout temps à la sépulture des Rois, des Princes & des plus illustres personnages d'Angleterre; & elle lui a fait élever dans cette église, un monument orné d'une épitaphe où elles sont détaillées; trait également à la gloire de la Princesse & à celle de M. Hales. Si le mérite gagne à être honoré de l'estime & de la faveur des Princes, ceux-ci ne gagnent peut-être pas moins à lui accorder cet honneur.

Cette Princesse n'avoit pas attendu la mort de M. Hales pour lui donner des marques de son estime & de ses bontés ; il avoit l'honneur d'en être connu & d'être même à son service depuis long-temps ; le feu prince de Galles en faisoit tant de cas, que souvent il sortoit de son palais, seul & sans suite, pour aller le surprendre dans ce cabinet où il étoit sans cesse occupé aux plus curieuses & aux plus utiles recherches ; il oublioit son rang & sa grandeur pour être à portée de puiser dans ces conversations familières une infinité de connoissances qu'il eût peut-être eu peine à obtenir sans cette espèce d'abdication de son état. A la mort de ce Prince, & lorsqu'on fit la maison de la Princesse, M. Hales fut nommé son Aumônier ; il n'avoit pas demandé cette place, & pour assurer le succès de l'affaire on l'avoit conduite à son insçu ; aussi ne put-il s'empêcher de faire paroître son étonnement lorsqu'il en reçut la nouvelle ; c'étoit en effet le fond de son caractère que la modestie : cet homme connu & admiré de tous les Physiciens de l'Europe, recevoit comme une grace les justes éloges qu'on lui prodiguoit ; le même motif le rendoit content de son

état qu'il trouvoit toujours au-dessus de ce qu'il croyoit mériter; & il étoit si éloigné de se servir de son crédit pour se procurer des établissemens avantageux, que ses amis ayant obtenu du Roi de le nommer à un Canonicat de Windsor, il employa tout le pouvoir qu'il avoit auprès de la princesse de Galles pour l'engager à faire révoquer cette nomination.

Il n'étoit pas plus ambitieux pour les titres littéraires, content de les mériter il n'en recherchoit aucun; & lorsqu'en 1753 il fut nommé Associé-Étranger de cette Académie, sa seule réputation y sollicita pour lui : il est aisé de voir combien un homme d'un si grand mérite, orné d'une si rare modestie, devoit être aimable dans le commerce de la vie; on disoit aussi que son caractère tenoit beaucoup de celui du célèbre Boyle qui avoit été à la fois l'un des plus grands Physiciens de l'Europe & l'un des plus aimables hommes d'Angleterre dans le siècle dernier.

Il lui ressembloit encore plus par son envie sincère d'être utile, il n'a presque jamais rien donné à la simple curiosité, & la seule gloire qu'il paroît avoir eue en vue, si néanmoins il en ambitionnoit

quelqu'une, étoit celle de citoyen & d'ami de l'humanité; on ne sauroit croire jusqu'où alloit sa douceur, nous avons dit que sa statique du sang n'avoit pas à beaucoup près été portée aussi loin que celle des végétaux, une lettre qu'il écrivoit à M. du Hamel nous en a découvert la raison; l'espèce de tourment qu'il étoit obligé de faire souffrir aux animaux qu'il employoit à ses expériences, prenoit tant sur son cœur vraiment humain, qu'il n'y put résister & qu'il les abandonna: on est communément bien éloigné d'être dur pour les hommes, quand on est si sensible aux douleurs & aux souffrances des animaux.

M. Hales avoit été marié, il avoit épousé Marie Newce, fille du Docteur de ce nom, Recteur de Halisham dans le comté de Sussex, avec laquelle il a toujours vécu dans la plus parfaite union.

Sa place d'Associé-Étranger a été remplie par M. Euler Directeur perpétuel de l'Académie Royale des Sciences de Prusse, de l'Académie Impériale de Pétersbourg & Membre de la Société Royale de Londres, déja surnuméraire dans la même classe.

ÉLOGE

DE M. BRADLEY.

JACQUES BRADLEY, Aſtronome de S. M. Britannique, Docteur en Théologie dans l'Univerſité d'Oxford, Profeſſeur Savilien d'Aſtronomie, Lecteur d'Aſtronomie & de Phyſique au *Muſæum* de la même Univerſité, Aſtronome & Garde de l'Obſervatoire Royal de Greenwich, Membre des Académies Royales des Sciences de France, d'Angleterre, de Pruſſe, de Pétersbourg & de l'Inſtitut de Bologne, naquit à Shireborn dans le comté de Gloceſtre en 1692, de Guillaume & de Jeanne Bradley dont il fut le troiſième fils.

Il fit ſes premières études à Nortleach ſous la conduite de Mrs. Egles & Brice qui s'empreſſèrent de ſeconder les heureuſes diſpoſitions qu'ils eurent bientôt remarquées dans leur Élève ; le cours de ſes humanités étant fini, il fut envoyé à Oxford, célèbre Univerſité d'Angleterre, & ce fut-là qu'il commença à s'ouvrir l'entrée des hautes Sciences dans leſquelles il fit depuis de

ſi rapides progrès, & qu'il prit ſes premiers degrés.

M. Bradley avoit été deſtiné par ſa famille au Miniſtère eccléſiaſtique : peut-être avoit-il cru lui-même y être appellé ; quoi qu'il en ſoit, il ſe livra de bonne foi aux études néceſſaires à cet état, & il ne fut pas long-temps ſans en recueillir le fruit ; ſi-tôt qu'il put être en état de deſſervir une Cure, l'évêque d'Hereford qui avoit conçu pour lui une ſincère eſtime, le nomma à celle de Bridſtow, & peu après il fut pourvu du bénéfice ſimple de Welfri dans le comté de Pembrock ; mais malgré un début ſi favorable & qui ſembloit lui permettre d'aſpirer aux plus hautes dignités de l'état qu'il avoit embraſſé, il l'abandonna bientôt pour ſe livrer à l'inclination qu'il commençoit à reſſentir pour les Mathématiques en général, & ſurtout pour l'Aſtronomie ; la voix de la Nature eſt impérieuſe, & elle renverſe ſouvent d'un ſeul mot tous les arrangemens dans leſquels elle n'a pas été ſuffiſamment conſultée.

M. Bradley étoit neveu de M. Pound, célèbre dans la République des Lettres par pluſieurs excellentes obſervations, & qui auroit pu en publier encore un

bien plus grand nombre, si les Journaux de ses voyages n'avoient péri dans l'incendie de Pulo-Condor : incendie qui accompagna le massacre général que les habitans de cette île firent de tous les Anglois établis parmi eux, & dans lequel M. Pound lui-même courut le plus grand risque d'être enveloppé ; c'étoit avec ce parent que M. Bradley passoit tous les momens que son ministère lui laissoit libres, & peut-être aussi quelques-uns qu'il y déroboit sans trop s'en appercevoir ; il avoit dès-lors acquis assez de connoissance des Sciences mathématiques, pour être à portée de profiter de sa conservation ; nous disons qu'il avoit acquis, car on ignore que quelqu'un lui eût facilité l'entrée de ces Sciences, & il n'avoit probablement eu d'autre maître que son génie, ni d'autre secours que son application.

On imaginera aisément que l'exemple & les discours de M. Pound ne rendoient pas à M. Bradley le poids de son ministère plus léger ; il l'exerçoit cependant avec toute l'assiduité possible, mais il lui échappoit souvent des regards vers le Ciel, & il commençoit dès-lors à jetter par ses observations les fondemens des belles découvertes qui l'ont mis au rang

des plus grands Aſtronomes de ce ſiècle.

Quoique ces obſervations ne ſe fiſſent, pour ainſi dire, qu'à la dérobée, le nom de M. Bradley devint aſſez célèbre pour parvenir aux oreilles de ce que l'Angleterre avoit alors de plus illuſtre; elles lui valurent l'eſtime & l'amitié du Lord Macclesfield, grand Chancelier d'Angleterre, de M. Newton, de M. Halley & de pluſieurs autres des plus illuſtres Membres de la Société Royale. Ce fut par le rapport de témoins ſi capables d'en bien juger, que les talens & les progrès de M. Bradley furent connus de cette célèbre Compagnie, & qu'elle prit la réſolution de ſe l'aſſocier.

A peu près dans le même temps arriva la mort du célèbre Jean Keill qui rempliſſoit avec diſtinction la chaire fondée par le chevalier Savil dans l'Univerſité d'Oxford; on auroit eu peut-être bien de la peine à trouver un ſujet auſſi propre à la bien remplir que M. Bradley, tant pour la capacité, que pour ſon amour pour l'Aſtronomie; il eſt difficile de parler froidement de l'objet de ſon inclination, & nul n'eſt plus propre à enſeigner une ſcience, que celui qui l'aime véritablement: auſſi tous les ſuffrages ſe réunirent-ils en ſa faveur, &

il fut pourvu de cette chaire le 31 Octobre 1721, se trouvant par cette nomination à l'âge de vingt-neuf ans collègue du célèbre Halley qui occupoit dans la même Université la chaire de Géométrie fondée par le même chevalier Savil.

Dès que M. Bradley eut été pourvu de cette chaire, il renonça à la Cure de Bridstow & même à son bénéfice simple; son cœur vraiment droit souffroit depuis long-temps de se voir partagé entre ses devoirs & son inclination, & il saisit avec empressement l'occasion de se délivrer de cette contrainte.

Libre alors de se livrer tout entier à son goût pour l'Astronomie, rien n'interrompit plus le cours de ses observations; & dès 1727 il fut en état d'en faire recueillir le fruit aux Astronomes par la théorie de l'aberration des Étoiles qu'il publia: théorie digne d'être mise au rang des plus belles, des plus utiles & des plus ingénieuses découvertes de l'Astronomie moderne.

On s'étoit apperçu depuis long-temps que la position des étoiles éprouvoit de certaines variations qui ne répondoient en aucune manière au mouvement apparent d'un degré en soixante-douze ans

que leur donne la préceſſion des Équinoxes. Feu M. l'abbé Picard avoit remarqué ces variations dans l'Étoile polaire dès l'année 1671, mais il n'avoit tenté ni de les réduire à une règle conſtante, ni d'en aſſigner la cauſe ; les obſervations extrêmement multipliées de M. Bradley lui offrirent non-ſeulement les variations obſervées par M. Picard, mais encore beaucoup d'autres qu'on n'auroit pas même ſoupçonnées. Il trouva des étoiles qui paroiſſoient avoir, dans l'eſpace d'un an, une eſpèce de balancement en longitude ſans changer en aucune manière de latitude, d'autres qui varioient en latitude ſans changer de longitude, & d'autres enfin, & c'étoit le plus grand nombre, qui paroiſſoient décrire dans le Ciel pendant l'eſpace d'une année, une petite ellipſe plus ou moins alongée.

La période d'une année qu'affectoient tous ces mouvemens ſi différens les uns des autres, faiſoient bien voir que le mouvement de la Terre y entroit pour beaucoup, mais l'embarras étoit de déterminer de quelle manière il y pouvoit influer : les premières tentatives que fit M. Bradley pour y parvenir, furent même inutiles ; mais enfin ſes efforts réitérés firent diſparoître la diffi-

culté, & lui firent trouver la cause de ces bizarreries apparentes dans le mouvement successif de la lumière combiné avec celui de la Terre autour du Soleil.

On avoit cru pendant long-temps que la vîtesse de la lumière étoit physiquement infinie. Feu M. Roëmer, de cette Académie, osa le premier avancer qu'elle ne l'étoit pas, & même déterminer le temps qu'elle mettoit à traverser les soixante-six millions de lieues qui forment le diamètre de l'orbe annuel : cet exact & industrieux Observateur avoit remarqué que les émersions du premier satellite de Jupiter tardoient à mesure que Jupiter s'éloignoit de l'opposition : & que ce retardement alloit, dans les éclipses les plus proches de la conjonction, jusqu'à 11 minutes; il pensa que ces 11 minutes n'étoient que le temps que le premier rayon du satellite sortant de l'ombre mettoit à parcourir la distance qui se trouvoit entre les deux positions de la Terre proche de l'opposition & proche de la conjonction, & que par conséquent la vîtesse de la lumière étoit non-seulement finie, mais même mesurable.

Quelque naturelle que fût cette explication, elle parut alors trop hardie, &

ce n'a été que long-temps après la mort de M. Roëmer qu'elle a été adoptée, & que les Physiciens sont unanimement demeurés d'accord que le mouvement de la lumière étoit successif: ce fut de ce mouvement successif que M. Bradley tira l'explication des variations irrégulières qu'il avoit observées dans les étoiles, & auxquelles il donna le nom d'*Aberration des fixes*. Nous allons essayer de donner une idée de son explication.

Qu'on imagine des files de petits corps allant par des directions parallèles entr'elles, comme par exemple, une pluie sans aucun vent & tombant perpendiculairement à l'horizon; qu'on expose à cette pluie, un tuyau droit immobile & placé dans la même situation verticale; il est évident que la goutte d'eau qui entre par son orifice supérieur, sortira par l'orifice inférieur, sans avoir en aucune façon touché les parois intérieures du tuyau.

Mais si on fait mouvoir le tuyau parallèlement à lui même, quoique sa situation reste toujours parallèle à la direction des gouttes de pluie, il arrivera nécessairement que le mouvement du tuyau leur fera rencontrer l'une de ses parois d'autant plutôt, que le mouve-

ment des gouttes sera plus lent relativement à celui du tuyau ; & il est aisé de démontrer que si l'un & l'autre mouvement étoit égal, la goutte de pluie qui tomberoit au centre de l'ouverture supérieure du tuyau, rencontreroit la paroi intérieure, après avoir seulement parcouru une longueur égale au demi-diamètre du tuyau ; & que sa direction feroit par conséquent avec l'axe de ce tuyau, un angle de 45 degrés ; d'où il suit que si on vouloit que les gouttes d'eau ne le touchassent point malgré son mouvement, il faudroit l'incliner de 45 degrés dans le sens de ce mouvement ; & que s'il se faisoit dans la circonférence d'un cercle, le tuyau décriroit autour de la ligne verticale, qui passeroit par le centre de sa base, un cône dont l'angle seroit de 90 degrés.

Ce que nous venons de dire a dû faire voir que le changement d'inclinaison qu'il faut faire subir au tuyau pour que, malgré son mouvement, les gouttes de pluie ne touchent point les parois intérieures, dépend absolument de la proportion qu'il y aura entre la vîtesse de ce mouvement & celle des gouttes de pluie ; & que plus cette dernière sera grande relativement à l'autre, moins il faudra

incliner le tuyau, en ſorte que ſi elle devenoit infinie à ſon égard, il n'y auroit plus aucun changement à faire, puiſque la goutte ſeroit auſſitôt arrivée en bas qu'entrée par le haut, & que le tuyau n'auroit pu avancer pendant ce temps que d'une quantité infiniment petite.

En appliquant cette théorie à l'aberration des étoiles, il ne ſera pas difficile de reconnoître que les files de gouttes de pluie ſont les rayons venans des étoiles; que le tuyau que nous avons ſuppoſé d'abord en repos & enſuite en mouvement, eſt celui de la lunette de l'inſtrument qui ſert à déterminer la poſition des étoiles, & qui eſt toujours emporté par le mouvement de la Terre autour du Soleil, & qu'enfin la vîteſſe du mouvement de la lumière ayant un rapport fini avec celle du mouvement de la Terre, le tuyau doit changer d'inclinaiſon à meſure que ce mouvement change de direction, d'où il ſuit que chaque étoile doit avoir une ſuite de poſitions différentes, ou, ce qui revient au même, un mouvement apparent dans le ciel qui lui faſſe décrire dans l'eſpace d'un an, ſelon ſa poſition, des ellipſes plus ou moins alongées.

Telle eſt la belle théorie de l'aberration

que M. Bradley publia en 1727, & qui fut reçue de tout le monde ſavant avec les juſtes applaudiſſemens qu'elle méritoit : M. Clairaut, de cette Académie, en fit depuis le ſujet d'un excellent Mémoire, imprimé en 1737, dans lequel il examine à fond la théorie de l'aberration & donne les règles néceſſaires pour l'appliquer à la pratique. Il réſulte de ſon calcul, que la vîteſſe que les aberration obſervées des étoiles obligent de donner à la lumière, eſt abſolument la même que celle que lui avoit attribuée l'ingénieuſe explication que M. Roëmer avoit donnée du retardement des éclipſes du premier ſatellite de Jupiter : nouvelle preuve de l'hypothèſe ſi elle avoit eu beſoin d'être prouvée.

Trois ans après cette époque ſi glorieuſe à M. Bradley, la place de Lecteur en Aſtronomie & en Phyſique au *Muſæum* d'Oxford étant venue à vaquer, elle lui fut donnée : perſonne n'étoit certainement plus en état que lui de remplir cette double fonction.

Plus l'Aſtronomie procuroit d'honneurs & d'avantages à M. Bradley, plus ſon amour pour cette ſcience & ſon aſſiduité à obſerver le Ciel redoubloient : ces obſervations multipliées lui

découvrirent bientôt que l'inclinaison de l'axe de la Terre sur le plan de l'écliptique n'étoit pas constante, mais qu'elle éprouvoit un balancement de quelques secondes, dont la période étoit de neuf années: cette période sembloit se refuser à toutes les explications; quelle apparence en effet d'en pouvoir donner de satisfaisantes, & qu'avoit de commun une période de neuf années avec le mouvement de la Terre qui se fait en un an? Les recherches & les efforts redoublés de M. Bradley lui firent cependant trouver la cause de ce phénomène, & ce fut dans la théorie de l'attraction Newtonienne.

On sait que le premier principe de cette théorie, est que tous les corps s'entr'attirent mutuellement en raison directe de leur masse & en raison renversée du carré de leurs distances. C'est de cette attraction combinée avec le mouvement en ligne droite, que M. Newton déduit la figure des orbites des Planètes, & spécialement celle de l'orbite de la Terre; si cette orbite étoit un cercle & si le globe terrestre étoit exactement sphérique, l'attraction du Soleil n'agiroit que pour le retenir dans son orbite, & nullement pour déranger la position de son axe; mais ni l'une ni

l'autre de ces suppositions n'est vraie, la Terre est sensiblement renflée vers l'Équateur, & son orbite est une ellipse au foyer de laquelle le Soleil est placé. Quand la position de la Terre est telle, que le plan de son équateur passe par le centre du Soleil, cet astre n'a d'action que pour attirer le globe à lui, mais toujours parallèlement à lui-même & sans déranger la position de son axe, & c'est ce qui arrive dans les deux équinoxes. A mesure que la Terre s'éloigne de ces deux points, le Soleil sort aussi du plan de l'Équateur & s'approche de l'un ou de l'autre tropique; alors les demi-diamètres de la Terre exposés au Soleil n'étant plus tous égaux, l'Équateur est plus puissamment attiré que le reste du globe, ce qui change un peu sa position & son inclinaison sur le plan de l'écliptique; & comme la partie de l'orbite comprise entre l'équinoxe d'automne & celui du printemps, est plus petite que celle qui se trouve entre ce dernier & celui d'automne, il en résulte que le dérangement causé par le Soleil pendant qu'il parcourt les signes boréaux, n'est pas entièrement compensé par celui qu'il occasionne en parcourant les signes méridionaux, &

que le parallélisme de l'axe terrestre & son inclinaison avec l'écliptique demeurent un peu altérés ; mais jusques-là on n'apperçoit rien qui puisse avoir rapport aux neuf années de la période. Nous allons bientôt voir ce qui la produit.

Ce que le Soleil opère sur la Terre par son attraction, la Lune l'opère aussi de son côté, & l'opère avec d'autant plus d'effet, qu'elle s'éloigne plus de l'Équateur : or, dans le temps où ses nœuds concourent avec les points équinoxiaux, sa plus grande latitude s'ajoute à la plus grande obliquité de l'écliptique ; c'est donc le temps de sa plus grande action pour déranger la position de l'axe terrestre ; & la révolution des nœuds de la Lune étant de dix-huit ans, il est clair que dans cet espace de temps les nœuds se trouveront deux fois dans les points équinoxiaux, & que par conséquent deux fois dans une période de dix-huit ans, c'est-à-dire tous les neuf ans, l'axe de la Terre sera le plus dérangé qu'il puisse être, ou, ce qui revient au même, qu'il aura un balancement dont la période sera de neuf années, comme l'avoit observé M. Bradley : c'est ce balancement qu'il nomma *nutation de l'axe terrestre*. Il en fit part au Public en 1737 ;

ſe trouvant avoir donné en moins de dix ans deux des plus belles découvertes de l'Aſtronomie moderne, & qui feront à jamais une époque mémorable dans l'hiſtoire de cette ſcience.

M. Bradley avoit toujours joui de l'eſtime & de l'amitié de M. Halley: celui-ci, accablé par le poids des années & de ſes travaux, crut ne pouvoir rendre déſormais de plus grand ſervice à l'Aſtronomie, qu'en travaillant à procurer à M. Bradley la place d'Obſervateur & Garde de l'Obſervatoire Royal de Greenwich, que lui-même rempliſſoit ſi dignement & depuis ſi long-temps. Dans cette vue, il écrivit pluſieurs lettres, qui ont été trouvées dans les papiers de M. Bradley, pour le prier de trouver bon qu'il en demandât pour lui la ſurvivance, offrant même de donner ſa démiſſion, s'il étoit néceſſaire; mais les deſirs de M. Halley ne furent pas remplis, du moins de ſon vivant, & ſa mort en prévint l'accompliſſement. M. Bradley obtint depuis cette place par la protection & le crédit de Mylord Macclesfield, depuis Préſident de la Société Royale & Membre de cette Académie, dont l'une & l'autre de ces deux Compagnies regrettent aujourd'hui la perte, & nous n'avons rapporté ce que

que nous venons de dire de M. Halley que pour faire voir le cas que ce Neſtor de l'Aſtronomie faiſoit de M. Bradley. L'eſtime & l'amitié d'un ſi grand homme devoient néceſſairement faire partie de ſon Éloge.

Auſſi-tôt que la nomination de M. Bradley fut publique, l'Univerſité d'Oxford, qui juſque-là s'étoit fait ſeulement honneur de le compter au nombre de ſes Élèves, voulut ſe l'attacher plus particulièrement, en l'aggrégeant à ſon Corps, elle lui envoya, de ſon propre mouvement, des Lettres de Docteur en Théologie.

La place d'Aſtronome de Greenwich mettoit M. Bradley dans ſon véritable élément, il ſe livra avec une infatigable aſſiduité aux obſervations, & déſormais ſon Hiſtoire fait, pour ainſi dire, partie de l'Hiſtoire céleſte.

Quelque nombreuſe que pût être alors la collection d'inſtrumens qui ſe trouvoit à l'Obſervatoire de Greenwich, il étoit comme impoſſible qu'un Obſervateur auſſi ardent que M. Bradley n'en deſirât encore beaucoup d'autres, tant pour la plus grande exactitude des obſervations que pour ſuivre des vues particulières. Il profita en 1748 de la viſite que la Société

Royale fait tous les ans à l'Observatoire de Greenwich, pour faire le récollement de l'inventaire des instrumens & pour se faire donner, par l'Observateur, une copie des Observations de l'année; il représenta si vivement la nécessité de réparer les anciens instrumens & d'en construire de nouveaux, que la Société crut en devoir informer le Roi, & sur ses représentations, ce Prince fit donner pour cet important objet une somme de mille livres sterling ou d'environ vingt-deux mille cinq cents livres de notre monnoie. On peut juger, par tout ce que nous avons dit de l'amour de M. Bradley pour l'Astronomie, quel fut l'emploi de cette somme; il profita des talens & des lumières de Mrs Graham & Bird, de la Société Royale, pour l'exécution de son dessein, & l'Observatoire se trouva meublé de la plus complette collection d'excellens instrumens que l'Astronome le plus jaloux de la perfection de ses opérations pût desirer. M. Bradley, muni de ce secours, redoubla l'assiduité de ses observations; il s'en est trouvé à sa mort une quantité presqu'incroyable, & nous ne pouvons trop tôt annoncer au Public qu'elles ont été remises à la Société Royale; on peut

être aſſuré qu'elle fera de ce précieux dépôt un uſage digne d'elle & de la mémoire de M. Bradley.

Nous avons dit qu'il avoit remis ſa Cure de Bridſtow & un bénéfice ſimple qu'il poſſédoit dès qu'il avoit été nommé à une des charies d'Aſtronomie dans l'Univerſité d'Oxford; la Cure de Greenwich étant venue à vaquer, on crut ne pouvoir mieux faire que de la lui donner; mais malgré ſon ſéjour néceſſaire à Greenwich, la même délicateſſe qui lui avoit fait remettre la Cure de Bridſtow, lui fit refuſer cette dernière, quoique d'un revenu aſſez conſidérable; il craignit que les devoirs de l'Obſervateur ne fiſſent trop de tort à ceux du Paſteur, & il n'héſita point à renoncer à l'avantage que pouvoit lui procurer ce bénéfice, pour n'avoir de ce côté aucun reproche à ſe faire. Le roi d'Angleterre ſentit ſi bien tout le mérite de ce généreux refus que, pour en récompenſer M. Bradley, il lui donna, par un brevet du 15 Février 1752, une penſion de deux cents cinquante livres ſterling ou de cinq à ſix mille livres de notre monnoie, & ce brevet porte expreſſément que c'eſt en conſidération de ſa grande habileté & de ſon grand

ſavoir en Aſtronomie & dans d'autres parties de Mathématique qui ont été ſi utiles au commerce & à la navigation d'Angleterre : des motifs de cette nature font trop d'honneur à M. Bradley pour que nous ayons pu les paſſer ſous ſilence. Cette même penſion lui fut continuée par le roi d'Angleterre actuellement règnant, qui s'eſt fait honneur de ſe déclarer, dès ſon avènement à la Couronne, le protecteur des Lettres, des Sciences & des Arts utiles.

Ce fut à peu - près dans ce même temps que M. Bradley fut admis dans le Conſeil de la Société Royale ; il avoit été nommé dès 1747 Membre de l'Académie Royale des Sciences & Belles-Lettres de Berlin, & l'année ſuivante il avoit obtenu dans celle-ci la place d'Aſſocié-Étranger vacante par la mort de M. Cervi, premier Médecin S. M. Catholique ; il fut en 1754 de l'Académie Impériale de Pétersbourg, & en 1757 de celle de l'Inſtitut de Bologne ; ſa réputation étoit ſi bien & ſi généralement établie qu'aucune des Compagnies littéraires de l'Europe n'avoit cru devoir négliger de ſe l'acquérir.

Tous ces gages ſi peu équivoques de l'eſtime publique, ne firent qu'enflam-

mer l'ardeur de M. Bradley, & l'engagèrent à redoubler ſes efforts pour la mériter de plus en plus ; l'âge qui s'avançoit toujours ne lui fit rien rabattre de ſon aſſiduité au travail, qui devenoit cependant peu proportionné à ſes forces ; il y ſuccomba à la fin, & dès l'année 1760 il ſe trouva attaqué d'un extrême accablement : il ne fut point effrayé du danger de ceſſer de vivre, mais il le fut vivement du riſque qu'il couroit de ceſſer d'être utile, & de ſurvivre aux facultés de ſon ame ; elles furent cependant reſpectées par le mal, & il n'eut pendant deux ans d'autre incommodité que cette eſpèce de défaillance ; mais vers la fin du mois de Juin 1762, il fut attaqué d'une ſuppreſſion d'urine cauſée par une inflammation dans les reins, dont il mourut le 13 Juillet ſuivant dans la ſoixante-dixième année de ſon âge ; il fut enterré à Michin-Hampton dans le comté de Glocestre, dans le même lieu où repoſoient déja les corps de ſa mère & de ſon épouſe ; nous diſons de ſon épouſe, car il avoit épouſé en 1744 Suſanne Peach, fille d'un gentilhomme de ce nom dans le même Comté, de laquelle il a laiſſé une fille unique qui lui ſurvit.

Le fond de ſon caractère étoit la plus parfaite modeſtie & une douceur rare dans un homme d'un tempérament vif & aſſez fort pour ſupporter les plus longues veilles & la plus grande application ; à ces deux qualités il joignoit l'égalité d'humeur la plus parfaite & la plus grande générosité pour ceux qui ſe trouvoient dans le cas d'y avoir recours ; l'amour-propre ſi naturel aux hommes & ſi ſouvent reproché aux gens de Lettres, n'avoit preſque aucune priſe ſur lui. Quoiqu'il parlât bien, & qu'il poſſédât l'art précieux d'énoncer ſes idées avec toute la clarté dont elles étoient ſuſceptibles, jamais homme ne fut plus ami du ſilence, il ne parloit jamais ſans néceſſité ; mais dès-qu'il croyoit que ſes diſcours pouvoient être utiles, il ne les épargnoit point ; il excitoit même ſes diſciples à lui faire des queſtions par l'exactitude avec laquelle il y répondoit, & par l'attention qu'il avoit de ſe mettre toujours à la portée de ceux auxquels il avoit à parler; il ne cherchoit pas plus à ſe faire valoir par ſes écrits que par ſes paroles, & il en a très-peu publié ; l'extrême défiance qu'il avoit de lui-même, faiſoit qu'il n'étoit jamais content de ſes ouvrages,

& l'a engagé à en supprimer un grand nombre qui auroient vraisemblablement mérité de voir le jour, la seule nécessité imposée à l'Observateur de Greenwich de communiquer ses observations à la Société Royale, a trahi sa modestie, & nous a conservé le recueil immense de celles qu'il avoit faites. C'étoit presque malgré lui qu'il étoit connu, du moins pouvons-nous assurer qu'il n'avoit mis dans sa réputation que son mérite seul & dépouillé parfaitement de toute attention à le faire valoir; cependant malgré son extrême simplicité & le peu d'inclination qu'il avoit à se communiquer, il étoit très-connu & par conséquent très-estimé de tout ce qu'il y avoit de plus grand en Angleterre, & tous les gens de Lettres, tant ses compatriotes que les étrangers, s'empressoient de lui donner des marques de leur considération; il n'y avoit sur-tout aucun Astronome célèbre dans l'Europe qui ne se fît honneur d'être directement ou indirectement en correspondance avec lui: en un mot, on peut dire que jamais personne n'a cultivé avec plus de succès de plus grands talens, & n'a mieux mérité d'être mis, du consentement unanime de toute l'Europe, au rang des

plus grands Aſtronomes de ſon ſiècle.

La place d'Aſſocié-Étranger qu'occupoit M. Bradley dans cette Académie, a été remplie par M. Linnæus, Chevalier de l'Ordre Royal & Militaire de l'Étoile-polaire, Docteur en Médecine & Profeſſeur de Botanique à Upſal, Membre des Académies d'Upſal, de Stohkcolm, de Pétersbourg, de Berlin, & des Curieux de la Nature, & des Sociétés Royales de Londres, de Montpellier, de Touloufe & de Florence.

ON lit dans l'Hiſtoire de l'Académie de 1761, *page 32*, que les trois plans des fibres de la tunique charnue de l'eſtomac, avoient été décrits par M. Bertin en 1746, & enſuite par M. Haller dans ſa petite Phyſiologie en 1751. L'Hiſtorien de l'Académie ignoroit alors qu'il y avoit eu une édition de cet Ouvrage de M. Haller, publiée en 1747, dans laquelle la même deſcription ſe trouve. Il réſulte de cette date, que M. Haller qui auroit pu en 1751 profiter de la découverte de M. Bertin, n'a pu en avoir connoiſſance lors de la première édition de ſa Phyſiologie, & que M. Bertin & lui ont fait, chacun de ſon côté, la même découverte. On n'auroit ſûrement pas ſoupçonné M. Haller d'avoir voulu s'attribuer ce qui ne lui appartenoit pas; mais l'impoſſibilité phyſique forme une démonſtration du contraire, & l'Hiſtorien de l'Académie eſt charmé de pouvoir lui rendre cette juſtice.



MÉMOIRES DE PHYSIQUE,

TIRÉS DES REGISTRES de l'Académie Royale des Sciences.

De l'Année M. DCCLXII.

DESCRIPTION

D'un nouveau Piston, par le moyen duquel les frottemens sont considérablement diminués, & les cuirs rendus d'autant plus durables.

Par M. DE PARCIEUX.

13 Mars 1762.



N sait assez que toutes les parties d'une Pompe proprement prise, le piston est celle dont on s'est le plus occupé, & c'est en effet celle qui peut être

ſuſceptible de plus de différentes conſtructions.

On a cherché à en faire ſans frottement, ſans que perſonne ait dit en quoi il conſiſte, ou quelle en eſt la cauſe : on a fait à la vérité des piſtons ſans frottement; mais ſont-ils bons, ſont-ils aiſés à conſtruire, peuvent-ils être d'uſage dans tous les cas, & n'ont-ils point d'autre défauts ? c'eſt ce que je vais examiner.

Je ne connois que deux ſortes de piſtons qu'on puiſſe dire être ſans frottement; l'un eſt celui des pompes à leſſive, qu'on nomme auſſi *pompe de Genève;* & l'autre eſt celui de Mrs Goſſet & la Deuille.

Le premier conſiſte en un cylindre de cuivre, qui a de longueur deux à trois fois ſon diamètre, rempliſſant preſque exactement la capacité du corps de pompe, qui doit être très-bien dreſſé & très-bien calibré, ainſi que le piſton; l'un & l'autre ont beſoin d'être faits avec un très-grand ſoin.

Ce piſton eſt très-bon à employer toutes les fois qu'on n'a pas à élever l'eau au-delà de 20 à 25 pieds; s'il faut l'élever plus haut, il ſe fait une perte aſſez conſidérable par une lame d'eau qui s'échappe entre le piſton & le

corps de pompe : cette perte est d'autant plus considérable, qu'on élevera l'eau plus haut à cause de la charge de la colonne. Il y a bien aussi de la perte pour les hauteurs au dessous de 20 pieds, mais elle est peu de chose ; je ne sache pas qu'on ait jamais employé ce piston que pour des pompes à bras & d'un petit diamètre : plus ce piston sera long & parfaitement bien calibré au corps de pompe, moindre sera la perte, mais il y en aura toujours une.

J'ai examiné plusieurs de ces pompes, entre lesquelles il y en avoit de très-bien faites : connoissant leur diamètre & la levée du piston, il étoit aisé de dire combien il falloit de coups de piston pour remplir un vaisseau d'une capacité connue ; il s'en falloit bien que le nombre des coups de piston trouvé, remplît le vaisseau.

Ce piston & son corps de pompe sont très-difficiles à bien faire, attendu qu'il faut qu'ils soient droits & bien calibrés par-tout, au lieu que pour les autres pistons, qui sont garnis de cuir, il suffit que le corps de pompe soit passablement calibré sans qu'il soit besoin qu'il soit parfaitement droit ; tous ces soins rendent la pompe chère, & je ne vois que

T 6

deux raiſons qui puiſſent la rendre préférable aux autres quand le cas y eſt : l'une quand on veut s'éviter le ſoin d'y faire mettre des cuirs ; & l'autre quand on veut les faire ſervir à élever de l'eau chaude, comme la leſſive, qui racorniroit bien-tôt les cuirs ; & parce que c'eſt pour cet uſage que les premières ont été vrai ſemblablement faites, on leur a donné le nom de *pompes à leſſive*.

Le piſton de Mrs Goſſet & la Deuille n'a pas de frottement non plus, mais c'eſt plutôt un ſoufflet qu'un piſton ; & parce que le cuir qui forme la couronne autour du noyau ſolide, doit porter la portion de la colonne d'eau à laquelle elle ſert de baſe, on ſent aiſément qu'un pareil piſton ne peut pas être employé à élever l'eau bien haut, il n'y réſiſteroit pas long-temps, il ſeroit coûteux & difficile à rétablir, & la partie qui fait le ſoufflet, obéiſſant ou ſe prêtant aux deux mouvemens, une pompe avec de tels piſtons ne peut jamais faire tout l'effet dont eſt capable la force qui le meut.

Il y a encore le piſton fait avec pluſieurs ronds de cuir, de même diamètre que le corps de pompe, poſés les uns ſur les autres ; ils ſont très-bons pour des

pompes pneumatiques qui ſont travail-lées avec le plus grand ſoin, & qu'on a toujours ſous la main, qu'on démonte & remonte aiſément, mais ils ne peu-vent pas être employés à des grandes pompes, ni même à ce qu'on nomme *pompes domeſtiques ;* d'ailleurs ces piſtons deviendroient chers par le cuir qui y entre. Ils frottent quand ils ſont neufs, mais quand ils ont ſervi quelque temps, que les bords ſont uſés, qu'ils ont peu ou point de frottement, ils laiſſent per-dre une lame d'eau tout autour, comme le piſton des pompes à leſſive, le cuir ne s'étendant pas de lui-même pour remplacer ce qui s'uſe. Il eſt vrai qu'en reſſerrant un écrou qui eſt en-deſſous, on les fait un peu étendre, & cela dure encore du temps pour une pompe pneu-matique qui travaille peu, qui eſt bien calibrée, bien liſſée ou unie, juſques au poli, & un peu huilée ou graiſſée ; mais pour une pompe à élever de l'eau, qui iroit continuellement, ce ſeroit l'affaire de ſept à huit jours tout au plus, & ils ne peuvent pas être nommés *piſtons ſans frottement*, car ils l'ont aſſez fort tant qu'ils ſont bons, & on ne peut guère les faire aſpirans de la ſorte. Voilà les trois piſtons qui paroiſſent avoir le

moins de frottement, dont on ne peut néanmoins faire usage pour les grandes machines, ni pour aucune pompe qui doit éleyer l'eau un peu haut.

Les pistons dont on fait le plus d'usage, sont faits avec un morceau de bois autour duquel on fait une feuillure à l'un des bouts, de 4 à 5 lignes de profondeur, dans laquelle on cloue une bande de cuir de 2 pouces & demi ou 3 pouces de largeur, formant une espèce de godet un peu conique, dont le haut qui est le plus large du godet doit remplir le corps de pompe, & le bas doit être un peu plus enfoncé que le bord de la feuillure, afin que les têtes des clous ne puissent pas toucher le corps de pompe & le gâter ou rayer, ce qui arrive néanmoins assez souvent, quand le rebord du bois est usé, ou que le bois venant à pourrir, les clous le quittent par l'effort de la charge de l'eau. Ces sortes de pistons ont deux défauts assez grands, l'un est celui qu'on vient de remarquer, que les têtes des clous rayent les corps de pompe quand le rebord du bois est usé, ou que l'effort de l'eau sur le cuir qui porte un vuide près des clous, les fait lâcher & en pousse les têtes contre le corps de

pompe, qui le gâtent ou rayent, en même temps que le piſton perd une partie de ſon eau à chaque fois qu'il monte.

L'autre défaut qui n'eſt guère moins conſidérable, & qui l'eſt ſouvent davantage, vient du vuide qui ſe trouve entre le contour intérieur du corps de pompe & les têtes des clous. Le haut de la bande de cuir touche bien le corps de pompe, mais la même bande de cuir auprès des clous, ſe trouve éloignée du corps de pompe quelquefois de 2 à 3 lignes; il arrive de-là quand le piſton enlève la colonne, que le cuir eſt obligé de ſe plier au deſſus des clous, juſqu'à toucher au corps de pompe, parce que le cuir porte toute la partie de la colonne d'eau qui a pour baſe la couronne qui forme le vuide entre les clous & le corps de pompe.

La bande de cuir ne porte ou ne ſoutient cette eau qu'en s'appuyant contre le corps de pompe; cet effort ou preſſion de cuir contre le corps de pompe, eſt d'autant plus grand que l'eſt le vuide qui eſt entre les têtes des clous & le corps de pompe, & c'eſt cette preſſion du cuir contre le corps de pompe qui cauſe tout le frottement du piſton; car

s'il n'y avoit point de vuide entre la partie ſolide du piſton & le corps de pompe, le cuir n'auroit à ſoutenir aucune partie de la colonne d'eau, & il n'y auroit aucun frottement, mais il devient d'autant plus grand que l'eſt le vuide qui eſt entre la partie ſolide du piſton & le corps de pompe.

Ce vuide eſt quelquefois ſi grand, que le cuir, ſoit neuf, ſoit déja uſé, ne pouvant ſoutenir l'effort de l'eau, ſe renverſe, tant à cauſe de la charge de l'eau, que parce que le frottement eſt plus grand, & que ſa réſiſtance y contribue; ainſi plus ce vuide eſt grand, plus le frottement l'eſt auſſi, comme il a déja été dit, plutôt le cuir eſt uſé, & plutôt il ſe renverſe.

Par le piſton que je propoſe, on évite ces deux défauts; je veux dire qu'il n'y a point de clous qui puiſſent rayer le corps de pompe, & il n'y a que le moins de vuide poſſible & le ſeul néceſſaire, entre le corps de pompe & la partie ſolide du piſton qui ſoutient le cuir: par-là, il n'y a qu'une preſſion preſque inſenſible du cuir contre le corps de pompe.

A eſt le plan, & *BB* le profil d'une pièce de cuivre ou de fer fondu, autour

de laquelle on coule un bourlet de plomb, repréſenté au profil *CC*, par la partie ajoutée *DD*; la pièce de fonte a un peu de dépouille, ſon diamètre eſt de 8 à 10 lignes moindre que celui du corps de pompe. *E* repréſente le plan, & *FF* la coupe d'une autre pièce de fonte de même diamètre que la précédente, & percée de même, ayant un canon *GG*, un peu en dépouille pour la facilité du mouleur, la vive-arrête de deſſous *HH*, abattue tout autour.

KK repréſente une plaque de même matière que les deux précédentes, ronde, bien dreſſée par-deſſous, ayant un canon *LL* dans lequel entre ſans gêne ni trop de liberté le canon *GG* de la pièce précédente; on fait réſerver à cette pièce, en la coulant, trois ou quatre trous *II*. Cette pièce eſt la ſoupape du piſton, ſous laquelle on met un cuir qu'on y fixe ſolidement par un anneau de fer mis en deſſous, retenu par trois ou quatre rivets paſſant par les trous *I*, *I*, réſervés à la plaque; & afin que l'anneau de fer qui retient le cuir de la ſoupape ne l'empêche pas de joindre ſur la pièce *FF*, les trois branches *z*, *z*, *z*, qui joignent le bas de la

douille *GG* à la couronne extérieure, ſont échancrées en deſſus de 5 à 6 lignes, ou bien elles ſont moins hautes de 5 à 6 lignes que le deſſus de la couronne & le rebord ou aſſiette du bas de la douille où doit battre la ſoupape. Si on fait ce piſton en cuivre bien dreſſé, on peut ſe paſſer de cuir ſous la ſoupape.

Le canon de la ſoupape doit être plus court que celui de la pièce *FF*, de l'épaiſſeur du cuir qui doit être ſous la ſoupape, & de la quantité dont la ſoupape doit lever, qui ne paſſe pas 8 à 9 lignes; ainſi il ſuffit que le canon de la ſoupape ſoit plus court que l'autre d'un pouce. J'ai obſervé pluſieurs fois & par des ouvertures différentes, avec des ſoupapes à guide qu'elles ne lèvent pas au-delà de 7 à 8 lignes, quand elles ſont un peu lourdes, comme il le faut, afin qu'elles ſoient tout-à-fait baiſſées avant que le piſton commence la marche contraire.

Le plomb qu'on coule autour de la pièce *BB*, doit être tel que le tout entre juſte dans le corps de pompe, n'y ayant aucun danger, parce que le plomb cède; & quand le piſton a marché trois à quatre fois, il eſt calibré & n'a, comme on voit, que le jeu néceſſaire tout

autour, & comme rien ne l'oblige à ſe porter plus d'un côté que d'un autre, ſi le corps de pompe eſt bien d'à-plomb, & la ſuſpenſion de la tringle dans l'axe du piſton & du corps de pompe, il eſt clair que ce plomb ſera long-temps juſte au corps de pompe, & qu'il ne le gâtera jamais quand même quelque cauſe le porteroit plus d'un côté que d'un autre: le pis-aller eſt que le plomb s'uſe, ce qui doit arriver à la fin; mais le bourlet de plomb ayant peu de dépouille & ayant 15 à 18 lignes de haut, il dure très-long-temps.

Pour couler & former le bourlet de plomb *DD*, autour de la pièce de fonte *BB* ou *CC*, laquelle fait le bas du piſton, il faut avoir une virole *XX* de cuivre mince, ou de tôle, ou de carton huilé, ſi l'on veut, de 3 à 4 pouces de haut, un peu conique, & telle qu'elle ait vers ſon milieu le même diamètre que le corps de pompe.

On fait tourner un morceau de bois *Y*, conique comme la virole de cuivre, ayant au bout le moins gros de *R* en *R*, le même diamètre qu'a le corps de pompe: on y fait faire une feuillure autour *MM*, de 5 à 6 lignes d'aſſiette & de 4 à 5 lignes de haut ſeulement, &

on fait réſerver au centre une cheville *Q* ronde, de la groſſeur du trou du milieu des pièces de fonte.

On met la pièce de bois dont nous venons de parler dans la virole de cuivre, en l'y forçant un peu; ſi tout a été comme on vient de le dire, on voit que la pièce de bois doit arriver juſque vers le milieu de la longueur de la virole : on met un peu d'huile ſur la partie du bois qui doit recevoir le plomb fondu, qu'on étend avec une plume, afin que le plomb ne le brûle pas; on fait chauffer la pièce de fonte, on la met ſur la pièce de bois dans la virole, faiſant entrer la cheville réſervée au centre, dans le trou du milieu de la pièce de fonte : on emplit les autres ouvertures de la pièce de fonte avec du ſable ou de la cendre, afin que le plomb ne les rempliſſe pas; cela préparé, on coule le plomb autour. Il eſt à propos d'avoir une cuiller qui contienne ſuffiſamment de plomb, pour n'y pas revenir à deux fois, ou que l'on ait deux cuillers, & que deux perſonnes verſent enſemble, ſans quoi le bourlet feroit ſujet à être de deux pièces.

Le cuir de ce piſton n'a point de joint, c'eſt une calotte eſtampée, ayant

ses bords relevés de 8 à 10 lignes ou d'un pouce, si on veut. *Æ* en représente la coupe, & *Œ* le plan avec ses ouvertures. Pour former ces cuirs, il faut avoir une virole *N* de cuivre ou de fer, un peu conique & évasée par le haut, bien ronde & bien unie en dedans, & du même diamètre à l'endroit le plus étroit, que le corps de pompe; on a une pièce de bois *O*, percée d'un trou au milieu, de la même grandeur que le trou du milieu des pièces de fonte, tourné sur un mandrin passé dans ce trou. Le diamètre de cette pièce de bois doit être moindre que celui de la virole ou du corps de pompe, de 5 lignes ½ à 6 lignes, & doit être aussi un peu conique comme la virole; la figure *O* en montre la coupe, on en abat les carnes ou arêtes un peu en rond, afin qu'elles ne coupent pas le cuir.

On prend un morceau de bon cuir, sans demander néanmoins du plus épais, mais qu'il soit bien uni & bien égal d'épaisseur; celui passé à l'orge est préférable à tout autre, celui passé à la chaux est trop cassant: on arrondit ce morceau de cuir, faisant son diamètre plus grand que celui du corps de pompe,

de 12 à 15 lignes ; on y fait un trou au milieu, de la même grandeur ou un peu moins que celui des pièces de fonte, parce qu'il s'agrandira suffisamment ; on met ce cuir tremper, & lorsqu'il l'est assez, & qu'on l'a rendu bien souple, on l'estampe avec la virole & la pièce de bois faites pour cela, mettant le côté de la chair en dehors, celui-là s'appliquant mieux contre le corps de pompe.

On fait entrer la pièce de bois *O* avec le cuir dans la virole, par le moyen d'un grand levier, ou d'une presse, ou d'un grand étau, ou encore mieux par le moyen d'une vis & d'une clef à écrou faites pour cela, faisant passer la vis à travers d'une planche ou d'un établi, & par le milieu de toutes ces pièces on fait entrer la pièce de bois *O*, jusqu'à ce que le cuir touche l'établi ; dans le cas où l'on se serviroit d'un levier ou d'une presse, il faudroit mettre une cheville dans le trou de la pièce de bois *O*, un peu saillante pour assujettir le cuir à rester concentrique avec la pièce de bois. Il faut laisser le tout en cet état un jour entier ou davantage, si l'on veut ; après quoi on retire le bois avec le cuir de la virole, laissant sécher

le cuir ſur la pièce de bois, afin qu'il conſerve ſa forme & ne ſe déjette pas; & lorſqu'il eſt ſuffiſamment ſéché, on égaliſe le bord, s'il ne l'eſt pas, on lui fait les paſſages pour l'eau, de la même grandeur que ceux des pièces de fonte, comme cela eſt repréſenté par Œ, & on les raſſemble ſur la tringle du piſton qui doit remplir le trou du milieu des pièces de fonte & avoir une embaſe *P* & un écrou de cuivre *W*, placé deſſus ou deſſous, ſelon que le piſton doit être aſpirant ou foulant.

Je dis qu'il faut faire l'écrou de cuivre, parce que fer contre fer dans l'eau, ſe rouille extrêmement vîte, au point qu'on a de la peine à les défaire au bout de deux ou trois ans, au lieu que cuivre contre fer ne ſe rouillant pas, ou bien n'y en ayant qu'un qui ſe rouille, cela n'empêche pas qu'on ne les défaſſe aiſément, n'y ayant rien de l'un qui engrène dans l'autre.

En aſſemblant ces pièces, il faut avoir ſoin de mettre deux petits ronds de cuir ou de forte vache entre le bout du canon *GG* de la pièce *FG* & l'embaſe ou l'écrou qui doit appuyer deſſus, ſelon que ce ſera l'un ou l'autre, pour faire un piſton aſpirant ou refoulant;

ſans cette précaution, il s'échapperoit un peu d'eau entre la tringle & le canon.

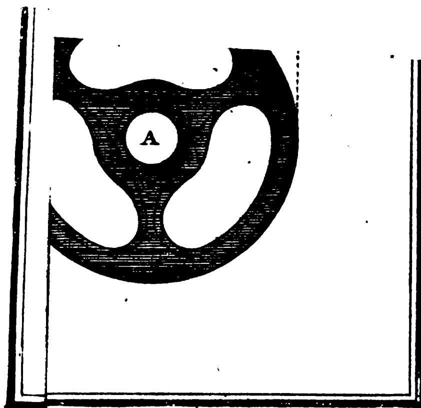
OBSERVATIONS,

Sur la quantité d'Argent que retiennent les Coupelles après avoir ſervi aux Eſſais.

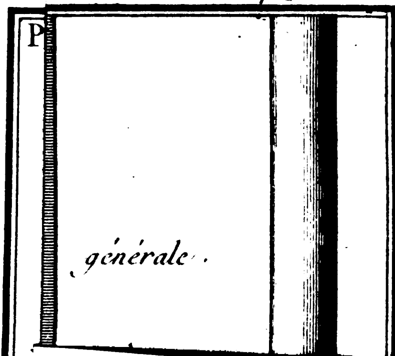
Par M. TILLET.

6 Février 1762.

DANS un Mémoire que j'ai eu l'honneur de lire à l'Académie, ſur les Eſſais des matières d'Or & d'Argent, & ſur les moyens de les rendre moins incertains, j'ai dit, par une ſuite des réſultats que j'y ai établis, qu'il y avoit tout lieu de croire que la diminution conſtante qui ſe trouve ſur le fin des matières, étoit principalement occaſionnée par le plomb dont on fait uſage pour les épurer. J'ai obſervé que ce dernier métal, en ſe réduiſant en litharge & en s'imbibant dans les coupelles, pouvoit entraîner avec lui quelques particules d'argent, s'en charger plus ou moins, ſuivant la quantité de plomb qu'on emploie, & les tenir noyées avec lui dans toute l'étendue


A

oit


P
générale.

l'étendue des coupelles, sans qu'il en restât aucune marque extérieure.

Je m'étois proposé dès ce temps-là de constater ce fait important, & de retrouver, s'il étoit possible, les particules d'argent, qui manquent toujours au bouton d'essai, quelque pure que soit la matière dont il a été tiré. Un travail de tout une autre nature me détourna de cet objet particulier de recherches, & je n'ai fait que depuis peu les expériences propres à lever tout doute sur ce point.

On sait que pour enlever l'alliage que peut contenir une matière d'argent, il est d'usage universel d'employer une quantité de plomb connue, & de faire passer le tout à la coupelle, en lui donnant une chaleur assez vive pour que le plomb s'y imbibe à mesure qu'il se convertit en litharge. Lorsque l'opération est bien faite, l'argent reste pur à la superficie de la coupelle, & le plomb incorporé dans cette matière poreuse, disparoît totalement. J'ai long-temps employé des coupelles qui pesoient à-peu-près deux gros, & pouvoient recevoir en litharge la même quantité de plomb. Ce n'est pas encore ici le moment de communiquer à l'Académie les Observa-

tions que M. Hellot & moi avons faites sur ce qui regarde les coupelles d'essais, & la nécessité de les perfectionner : ce travail tient à un autre plus étendu dans le même genre, que nous mettrons sous les yeux de la Compagnie, lorsque des circonstances particulières ne nous arrêteront plus.

La forme, la pesanteur & la nature des coupelles n'influant en rien sur les expériences que je projettois, je pris celles qui m'avoient servi autrefois, & avoient pesé deux gros avant que d'être employées aux essais ; elles étoient entièrement imbibées de plomb, & par-là je n'eus que des parties chargées de litharge.

Avant que de traiter cette matière par le flux propre aux expériences sur les mines, je fis rougir à un feu très-vif plusieurs de ces coupelles chargées de litharge. La flamme du charbon rendit bientôt le phlogistique à une partie du plomb qu'elles contenoient ; il s'échappa de toutes parts plusieurs gouttelettes de ce métal, que je recueillis jusqu'à la pesanteur de deux gros & demi à trois gros : je les fondis dans une cuiller de fer, & j'en tirai un bouton de plomb très-net, qui pesoit à-peu-près deux gros. Je le passai ensuite à la coupelle pour con-

noître ce qu'il pouvoit contenir d'argent, & je trouvai qu'il en avoit beaucoup plus rendu que n'en renferme le plomb dont je fais usage pour mes essais.

Cette première épreuve confirma mon sentiment, & me détermina à mettre plus de précision dans celles que j'avois dessein de faire en employant le flux.

Je réduisis en poudre impalpable plusieurs coupelles chargées de litharge ; je mêlai deux onces de cette poudre avec six onces de tartre blanc, & trois onces de salpêtre rafiné ; je mis ces matières ainsi mêlangées dans un creuset d'Allemagne ; je le couvris d'un autre creuset de la même espèce, & je les lutai avec soin, en ménageant au haut de celui qui servoit de chapiteau, une issue pour les vapeurs du flux lorsqu'il détonneroit.

La chaleur que je donnai d'abord au creuset fut trop vive sans doute ; peut-être aussi contenoit-il trop de matière pour la grandeur dont il étoit ; j'entendis une explosion sourde ; le creuset se cassa vers le commencement de l'opération ; elle ne fut pourtant pas inutile : je trouvai au fond du creuset près de trois gros de plomb, je le passai à la coupelle après l'avoir fondu pour l'obtenir plus net, & j'eus encore dans cette seconde

épreuve beaucoup plus d'argent que mon plomb destiné aux essais n'en contient.

Je fis une troisième expérience sur une moindre quantité de matière, mais je la fis avec une précision rigoureuse; je me bornai à deux coupelles entièrement imbibées de litharge, & qui pesoient ensemble une once. J'ai dit que chacune de ces coupelles avant qu'elles servissent, pesoit deux gros, elles contenoient par conséquent quatre gros de plomb converti en litharge, & dès-lors je partois d'une quantité connue. Je réduisis ces deux coupelles en poudre; je les mêlai avec trois onces de tartre blanc, & une once & demie de salpêtre rafiné; je mis ce mêlange qui n'étoit que la moitié du premier, dans un creuset de la grandeur de celui qui avoit cassé au feu; & après l'avoir couvert & luté, comme j'ai dit plus haut, je le plaçai dans un fourneau à vent dont j'ai parlé dans mon Mémoire sur les Essais, & qui produit le plus grand effet. J'y ménageai la chaleur dans les commencemens; je la poussai ensuite au degré le plus vif pendant près d'une heure, & l'opération réussit; je ne trouvai cependant pas rassemblé au fond du creuset tout le plomb que les deux coupelles

contenoient, je n'en recueillis qu'environ trois gros, & je remarquai que quelques globules de ce métal étoient restés dans les scories qui enveloppoient le petit culot de plomb. Je fondis dans une cuiller de fer tout le métal que me donna cette épreuve, & j'en tirai deux gros de plomb qui étoit beau, brillant & parfaitement net; je passai à la coupelle ce plomb ressuscité, avec l'attention de passer aussi dans une seconde coupelle deux gros du plomb que j'emploie pour les essais.

Il résulta de cette expérience que le plomb ressuscité fournit deux grains & demi d'argent, poids de femelle, tandis que le plomb ordinaire, & qui n'avoit point servi aux essais, ne donna qu'un quart de grain & même un peu moins; à peine cette particule d'argent imperceptible faisoit-elle incliner la balance, & l'on ne doit pas en être surpris, puisqu'elle n'étoit que la cent vingt-huitième partie d'un grain, poids de marc.

Les deux coupelles, matière de la dernière épreuve, avoient donc absorbé chacune deux grains & demi d'argent, poids de femelle, lorsqu'elles servirent à un essai; & le fait devient incontestable, puisque le plomb dont je fis usage

alors ne contenoit en argent qu'un quart de grain, poids de femelle, & s'eſt trouvé dix fois plus riche après avoir purifié les matières, en paſſant à l'état de litharge, & avoir été rétabli dans toutes ſes propriétés métalliques.

On ſera encore mieux convaincu de cette vérité, lorſqu'on fera attention que le déchet ordinaire du fin de chaque eſſai roule ſur la quantité dont nous voyons que le plomb s'eſt enrichi, & que l'on pourroit peut-être, en eſſayant des matières pouſſées au dernier degré d'affinage, retrouver la totalité de la portion qu'on auroit miſe à l'épreuve, ſi l'on joignoit au bouton d'eſſai qui reſte dans la coupelle après l'opération, le petit grain d'argent dont le plomb s'eſt chargé en ſe convertiſſant en litharge.

On pourra m'objecter que dans les expériences que j'ai faites, il y a eu une eſpèce de concentration, que les particules d'argent diſſéminées dans la litharge, ont pu ſe raſſembler dans le petit culot que j'en ai tiré, & que ſpécialement dans les deux gros de plomb de la troiſième épreuve, j'ai eu peut-être tout l'argent que les quatre gros contenoient.

Quoiqu'il y ait toute apparence que le peu d'argent répandu dans la litharge,

eſt également diſtribué dans le plomb net que produit cette litharge reſſuſcitée, cependant je veux accorder qu'il y a une concentration réelle, & que le petit culot contient ſeul de l'argent; il n'en réſultera jamais qu'un demi-grain, poids de ſemelle, pour la totalité des quatre gros, lequel ſera ſuppoſé appartenir au plomb foncièrement, & l'on ſera forcé de convenir que les mêmes quatre gros réduits en litharge, en ont abſorbé deux grains, puiſque rétablis dans leur premier état, ils en ont fourni deux grains & demi.

De ce fait actuellement éclairci, & qui eſt beaucoup plus important qu'il ne le paroît au premier coup d'œil, réſulte 1°. la vérité d'une propoſition que j'avois avancée en m'expliquant ſur le travail des eſſais, & qui conſiſte à aſſurer que les Eſſayeurs rapportent toujours le titre des matières d'argent, plus bas qu'il n'eſt réellement. S'il y a en effet dans l'opération une perte conſtante ſur le fin des matières, parce que le plomb en abſorbe une partie en paſſant à l'état de litharge, il arrive de toute néceſſité que l'Eſſayeur dans ſon rapport ne fixe pas avec exactitude le titre des matières eſſayées, puiſqu'il ſe règle ſur le poids

ſeul du bouton d'argent qui lui reſte après l'opération, & ne tient aucun compte de la partie dont la litharge s'eſt chargée.

Il réſulte, en ſecond lieu, de ce fait bien établi, que le plomb doit être ménagé dans les eſſais d'argent, & qu'il en faut régler les proportions ſur la quantité d'alliage que les matières contiennent. Dès qu'il ne les purifie qu'en occaſionnant quelque diminution ſur le métal eſſentiel, on peut être aſſuré que ce déchet ſera plus ou moins fort ſelon la quantité de plomb plus ou moins conſidérable qu'on aura employée; & c'eſt un des points ſur leſquels nous avons cru devoir inſiſter. M. Hellot & moi, dans le rapport que nous avons donné à la Cour des Monnoies, après des expériences réitérées, ſur la diſcuſſion qui s'eſt élevée entre les deux Eſſayeurs de la Monnoie de Paris: leur pratique n'eſt pas la même en général quant aux doſes de plomb qu'il convient d'employer relativement au titre des matières.

Il faut conclure enfin de cette perte régulière ſur les boutons d'eſſais, qu'on s'eſt trompé juſqu'ici en regardant les matières d'argent affinées, comme chargées encore d'une portion d'alliage, lors

même qu'on a pris les plus grandes précautions pour n'y laisser aucun corps étranger. Les lingots d'affinage sont communément rapportés au titre de onze deniers vingt-un grains, c'est-à-dire, qu'on y suppose un quatre-vingt-seizième d'alliage; mais si l'on avoit fait attention que le plomb entraînoit une quatre-vingt-seizième partie ou environ du fin même des matières, & qu'il y avoit un moyen de la retirer de la litharge, on auroit reconnu que les lingots d'affinage, lorsque cette opération est bien faite, ne contiennent plus d'alliage, ou approchent au moins très-près du degré de fin auquel l'art est capable de les pousser. Il est certain qu'en perfectionnant le moyen d'extraire de la litharge les particules d'argent qu'elle tient recelées, & en réunissant ensuite ce léger produit au bouton d'essai, on pourroit juger du point précis d'affinage auquel il est possible de parvenir: peut-être trouveroit-on quelquefois que l'affinage est complet, si la chaleur étoit modérée, & n'excédoit pas le terme que cette épreuve demande. Je dis si la chaleur étoit conduite avec ménagement, parce que j'ai observé que poussée à un degré extraordinaire & long-temps sou-

tenu, elle peut faire perdre à de l'argent très-pur quelque chose de son poids, y occasionner une sorte de sublimation, sans qu'on ait besoin pour cela d'employer le plomb comme intermède, ou qu'on ait lieu de soupçonner que le déchet est une suite du pétillement auquel l'argent en fusion est quelquefois exposé.

Depuis la lecture de ces Observations, j'ai examiné les scories que m'a fournies le mêlange de la troisième expérience; je les avois négligées, persuadé avec raison, comme on va le voir, qu'il suffisoit de passer à la coupelle la moitié du plomb ressuscité, & qu'on pouvoit conclure de cette moitié au total. J'ai fait tremper ces scories dans de l'eau chaude, jusqu'à ce que les sels alkalis qui formoient le flux, y fussent entièrement dissous; les grenailles de plomb qu'elles enveloppoient se sont assemblées au fond du vase qui contenoit la dissolution, & après avoir été fondues dans une cuiller de fer, elles ont donné un petit culot du poids d'un gros douze grains. J'ai passé à la coupelle ce culot de plomb, & j'en ai tiré une petite portion d'argent qui pesoit un grain & demi, poids de femelle: il est démontré

par-là que l'argent dont la litharge se charge est distribué assez également dans le plomb ressuscité, puisqu'après avoir tiré de deux gros de ce dernier métal, dans la troisième expérience, deux grains & demi d'argent, poids de semelle, j'en ai extrait un grain & demi, même poids fictif, d'un gros douze grains dans le supplément à cette même expérience.

J'en ai fait une quatrième sur deux coupelles semblables à celles dont il vient d'être question, c'est-à-dire, qu'elles étoient entièrement chargées de litharge, & pesoient ensemble une once. J'y ai suivi le procédé que j'ai décrit pour la troisième expérience, à cette différence près, que je l'ai exécuté d'une manière assez complète. J'ai rassemblé en effet le plus exactement qu'il m'a été possible, tout le plomb que contenoient ces deux coupelles, en faisant fondre les scories dans de l'eau chaude, & j'en ai formé un culot pesant trois gros & demi vingt-quatre grains, poids de marc. On juge, par cette quantité, que j'ai eu à-peu-près celle que les coupelles avoient absorbée : d'ailleurs il est bon d'observer que le plomb fume pendant qu'il circule dans les coupelles, qu'il doit s'en évaporer quelques parties, &

qu'il ne faut pas espérer que la litharge ressuscitée donne jamais la totalité du plomb qu'on aura employé pour les essais : le petit culot de plomb que j'ai tiré de cette quatrième expérience a produit, après avoir été passé à la coupelle, sept grains d'argent fin, poids de semelle.

Voilà donc une nouvelle confirmation de la vérité que j'ai établie : il est donc prouvé évidemment que, défalcation faite de la particule d'argent qui étoit inhérente au plomb, & qui lui appartenoit foncièrement, la litharge dans cette circonstance-ci, avoit entraîné dans chacune des coupelles plus de trois grains de fin ; & que de ce déchet ignoré, bien réel cependant, toujours constant, mais plus ou moins considérable, suivant les coupelles dont on fait usage, il étoit résulté une fixation de titre inférieure au véritable degré de pureté de la matière qu'on avoit essayée.

Nota. Ces Observations m'ont conduit à un travail plus étendu, dont je rendrai compte dans la suite ; j'y établirai des faits qui ne sont présentés ici qu'avec réserve : on y verra la réduction des coupelles plus complète ; le plomb sur lequel il n'y aura qu'un seizième de perte, rassemblé en un seul culot ; & le fin qui manquoit aux matières essayées, entièrement restitué.

MÉMOIRE
SUR L'OCRE.

Par M. GUETTARD.

L'OCRE, ainsi que le Tripoli, sur lequel j'ai donné en 1755 un Mémoire, est une substance qui, à cause du fréquent usage qu'on en fait dans les Arts, a beaucoup attiré l'attention des Naturalistes & des Chimistes; les recherches & les expériences des uns & des autres, ont donné naissance à une variété de sentimens sur la nature de l'ocre, telle qu'on pourroit encore faire maintenant cette question: qu'est-ce que c'est que l'ocre? Mais avant que de répondre à cette question, & pour le faire plus sûrement, je crois qu'il convient d'examiner l'ocre encore placée dans la terre & en situation; pour cet effet, je décrirai trois ocrières; j'ai vu la première, & l'ai décrite sur le lieu; la description des deux autres m'a été communiquée par des personnes qui demeurent dans les endroits où ces ocrières sont ouvertes, & qui les ont décrites à ma requisition.

La première, c'est-à-dire, celle que

j'ai examinée, est située dans un fond des gatines de la paroisse de Bitry, entre Saint-Amand, Saint-Verain & Argenou, endroits peu éloignés de Donzy en Nivernois (1) les trous qu'on ouvre dans ces gatines pour en tirer l'ocre, n'ont au plus que trente pieds de profondeur sur sept à huit de largeur; ils forment un quarré ou un quarré long, c'est-à-dire que depuis leur ouverture jusqu'au fond, leurs quatre côtés sont toujours coupés à angles droits, & que ces côtés sont toujours proportionnellement de la même longueur; ils sont composés dans leur hauteur de trois bancs de terres différentes qui précèdent l'ocre; le premier est le moins épais, il fait le fond du terrein des gatines, c'est un sable terreux, il peut avoir un pied ou deux de hauteur: au-dessous de ce banc en est placé un d'une glaise qui est d'un blanc cendré ou d'un bleuâtre tirant sur le noir; les ouvriers appellent cette glaise, terre à pot; elle sert réellement à faire de la poterie, les Potiers de Saint-Amand viennent souvent la chercher pour leurs ouvrages; ce banc de glaise peut avoir dans

(1) On tire encore de l'ocre à la Villotte près de Bitry.

un trou de trente pieds de profondeur ; neuf à dix pieds d'épaiſſeur, c'eſt le tiers ou à-peu-près de la profondeur totale : après ce banc, il y en a un autre d'une glaiſe dont la couleur eſt d'un rouge tirant ſur le violet ; il eſt tantôt plus violet que rouge, tantôt plus rouge que violet ; les ouvriers donnent à cette glaiſe le nom de terre rouge ; la hauteur du banc qu'elle forme eſt un peu moins grande que celui de la première glaiſe : cette différence peut aller à un pied ou deux de moins ; entre ce banc & celui de l'ocre, on trouve un lit d'une eſpèce de grès jaune, ou d'un brun jaunâtre ; ce lit eſt compoſé de deux ou trois couches de ce grès, elles ont au plus un pouce d'épaiſſeur chacune ; le banc d'ocre qui eſt deſſous, eſt le plus conſidérable de tous, il eſt au moins du tiers de la hauteur du trou, & poſé ſur le ſable qui en fait le fond.

Les Ouvriers ne percent point ce ſable, ils ſe contentent d'y creuſer deux ou trois chambres immédiatement au-deſſous de l'ocre ; ils continuent d'y travailler tant qu'un danger preſſant ne les oblige point de ceſſer de miner ainſi ſous terre ; quelquefois, ſur-tout lorſque les années ſont pluvieuſes, le ciel de ces

chambres courbe & les met dans le danger d'être ensevelis sous les éboulemens des terres ; les différens trous qu'on perce dans ce canton sont tous, ou à très-peu de chose près, ainsi composés. L'ocre est très-jaune lorsqu'on la tire de terre, elle est toujours alors un peu mouillée : elle prend à sa superficie, en se desséchant, une couleur légèrement cendrée : pour l'avoir, les ouvriers percent les différens bancs de glaises & celui de l'ocre, en les fendant avec des coins de bois coniques, longs de plus d'un pied & pointus : ils les font entrer à force de coups de maillet de bois, & enlèvent par ce moyen des quartiers assez considérables de ces terres : l'ocre qui est ainsi coupée s'appelle *ocre en quartier* ; les petits morçeaux qu'on ne peut guère s'empêcher de faire, se nomment *le menu*. L'ocre en quartier & le menu sont d'abord apportés du fond des chambres sur le plancher du trou, & de-là sur ses bords, où l'on sépare l'ocre des glaises qui peuvent y être restées attachées, & l'on garde séparément ces deux substances ; on en fait près des trous des tas ou des espèces de meules à-peu-près coniques ; ces meules, par leur quantité, font un effet assez singulier, lorsqu'on

ses voit à une certaine distance; la belle couleur jaune de cette terre leur donne un air d'une substance d'un prix infiniment plus grand que n'est celui de l'ocre.

Lorsqu'on a ainsi tiré une certaine quantité d'ocre, & qu'elle a commencé à se sécher, on la transporte dans des halles de trois à quatre pieds de longueur, sur une largeur à peu-près égale; elles sont faites de poutres espacées de façon qu'elles laissent des jours entre elles: le haut de cette espèce de cage est couvert en tuiles ou en chaume; on y laisse l'ocre jusqu'à ce qu'elle soit bien desséchée; on l'entonne alors dans de vieux fûts à vin, & on les arrange avec soin.

Voilà tout l'art qu'on emploie ordinairement dans l'exploitation de l'ocre jaune, lors sur-tout qu'on se propose de la vendre en gros; les ouvriers donnent quelquefois une petite préparation à celle qui est pour vendre en détail; ils en forment de petits pains quarrés; à cet effet ils la pêtrissent comme l'on pêtrit la pâte, ils nettoient pour cela une place proche des trous, & là ils étendent avec les pieds les quartiers d'ocre, qu'ils humectent avec l'eau qu'on tire des trous; lorsqu'ils ont ainsi amolli

l'ocre jusqu'à un certain degré, ils la jettent sur une espèce de table faite de quelques planches mobiles, portées sur des traverses attachées à quatre pieux qui sont plantés en terre, pour lors ils battent & broient l'ocre avec un gros bâton, ensuite ils en prennent avec une petite palette une certaine quantité, & en forment avec leurs mains des petits pains de quelques livres pesant, auxquels ils donnent une figure quarrée en frappant sur les surfaces du morceau qu'ils ont pris : l'on fait ensuite sécher de nouveau ces pains, & on les entonne, lorsqu'ils sont secs, dans des fûts semblables à ceux dont on se sert pour l'ocre en quartiers.

On ne trouve pas dans l'ocrière de Bitry d'ocre naturellement rouge, celle qu'on en envoie est due à l'art, cet art est encore des plus simples : on penseroit d'abord lorsqu'on voit un trou de ces ocrières, que l'on fait l'ocre rouge avec la terre qui a cette couleur, & qu'on tire de ce trou ; on s'imagineroit qu'il ne s'agiroit que de donner à cette terre les préparations qu'on donne à l'ocre jaune, mais cette ocre rouge n'est que l'ocre jaune qui a souffert une espèce de calcination.

Cette calcination se fait dans un fourneau semblable à ceux des tuileries, c'est-à-dire, que c'est un quarré long, coupé vers le tiers de sa hauteur de plusieurs traverses de briques longitudinales, & par d'autres transversales posées à une certaine distance les unes des autres, & qui laissent ainsi des jours pour donner une issue à la flamme; on pose sur cette espèce de foyer les quartiers d'ocre jaune; on les y arrange en sautoir, de façon qu'ils laissent également des jours entr'eux pour faciliter le passage de la flamme qui s'échappe avec la fumée par les soupiraux ou cheminées qui sont pratiqués au haut du fourneau; on remplit ainsi tout cet espace du fourneau; l'on fait au-dessous un feu de bois qui dure trois jours de suite sans discontinuer; il doit être modéré les deux premiers jours, on l'augmente considérablement le troisième; l'ocre est alors devenue rouge; si on la retiroit plutôt, elle ne seroit que d'un brun roussâtre, & plus dure que la rouge; l'ocre ainsi calcinée s'entonne dans des fûts de même que la jaune, & se vend de même par tonneaux.

L'opération de la calcination de l'ocre jaune se fait probablement de la même

façon dans les autres ocrières sur lesquelles j'ai quelques connoissances, je n'en ai point eu la description, mais celle des trous d'où l'on tire l'ocre ; ces ocrières sont celles de la Paroisse de Saint-George-sur-la-Prée dans le Berry, & de la Paroisse de Tannay proche Saint-Bouise-sous-Sancerre en Brie (1). La Paroisse de Saint-George-sur-la-Prée est située sur un côteau qui sert de rivage à la rivière de Cher ; cette élévation domine tout le pays des environs, & offre à tout ce canton, & sur-tout à l'ocrière, un coup d'œil des plus agréables. Les trous de l'ocrière sont ouverts sur une petite montagne ; ils ont ordinairement cinquante à soixante pieds de profondeur sur quatre à cinq de largeur : on ouvre, en les faisant, quatre à cinq pieds de terre commune, quinze à seize pieds d'une terre argilleuse, mêlée de cailloutage : on trouve ensuite un banc de gros sable rouge, de l'épaisseur de trois à quatre pieds, qui est immédiate-

(1) La Description de la première m'a été envoyée par M. *Pinault*, Curé de Saint-George sur-la-Prée, qui l'avoit faite lui-même. Celle de la seconde, par M. *Guigne*, Curé de Saint-Bouise, qui l'avoit eue du Propriétaire de l'ocrière.

ment suivi d'un massif de grès gris & luisant, de cinq à six pieds d'épaisseur, & quelquefois si dur, qu'on est obligé d'employer la poudre pour le rompre. Après ce massif, on perce une terre brune plus ferme & plus solide que l'argile; elle a d'épaisseur dix-huit à vingt pieds: elle change ensuite de couleur & est jaunâtre, le banc qu'elle forme a deux ou trois pieds d'épaisseur: sous ce banc est placé celui de l'ocre, qui s'étend au loin horizontalement; il n'est tout au plus épais que de huit à neuf pouces. On trouve immédiatement dessous l'ocre un sable passablement fin & luisant, dont on ne peut connoître la profondeur; ce qu'il y a de constant, c'est qu'on le creuse ordinairement de la hauteur d'un homme pour y faire des conduits, & prendre l'ocre au-dessus de la tête. L'ocre ne se trouve point par quartiers séparés, elle forme un lit continu dans toute sa longueur, & conserve presque par-tout son épaisseur; elle est tendre dans la mine, & on la coupe aisément avec la bèche; elle est originairement d'un jaune foncé, mais elle pâlit un peu & durcit en sèchant. L'ocre n'est point mêlangée de glaise d'aucune couleur, mais s'il se fait des fentes dans sa lar-

geur, il s'attache une petite quantité d'une matière blanche aux parois des deux parties ſéparées. Il ne ſe trouve aucuns cailloux dans le corps de l'ocre, mais une eſpèce de gravier de l'épaiſſeur de deux ou trois doigts, tient à l'ocre par-deſſous ; il y a parmi ce gravier quelques petites pierres de la couleur de l'ocre, aſſez tendres, & qui ſemblent ſe former par couches ; elles ſont ordinairement plates, on en rencontre rarement de rondes.

L'ocrière de Tannai en Brie, eſt ouverte dans une terre labourable : cette terre eſt maigre, & a peu de conſiſtance : elle forme le premier banc des puits dont on tire l'ocre, & elle peut avoir environ trois pieds d'épaiſſeur ; ſa couleur eſt blanchâtre : elle eſt ſuivie d'une dont le lit eſt de cinq à ſix pieds auſſi dans ſon épaiſſeur ; elle eſt griſe & propre à faire de la tuile & des poteries : au-deſſous de cette terre, il y en a une dont le blanc eſt épais d'environ huit à neuf pieds ; enſuite on en trouve une couleur de lie de vin, qui n'a environ qu'un pouce dans cette dimenſion, & ſous laquelle eſt placé un lit également d'un pouce, formé par une matière pyriteuſe, & qui reſſemble à du potin ;

ensuite vient le banc de l'ocre, qui a huit ou neuf pouces, & quelquefois un pied d'épaisseur ; il est porté dessus un sable verdâtre qu'on ne passe pas. Quand on trouve l'ocre plus profondément, chaque espèce de ces terres forme un lit plus épais, excepté l'ocre & la terre rouge, qui sont presque toujours de la même épaisseur. On rencontre quelquefois en remuant ces terres, des pierres de grès très-grosses, & propres aux ouvrages des fourneaux à fer.

Lorsqu'on compare les descriptions de ces trois ocrières avec celle que M. le Monnier le Médecin a donnée dans ses Observations d'Histoire Naturelle, insérées à la suite de l'Ouvrage de M. Cassini de Thury, sur la Méridienne de la France, *page 118*, on ne peut s'empêcher d'être frappé des rapports qu'il y a entre ces ocrières ; les lits des sables & des glaises (car les argilles dont il est parlé dans celle de Saint-George-sur-la-Prée, & probablement les terres que M. le Monnier nomme ainsi, sont de vraies glaises) gardent le même arrangement ; de plus, l'on trouve des grès & des pyrites dans ces ocrières, & il paroît que les lits de ces substances sont semblablement posés dans toutes ces ocrières.

Il y auroit cependant une petite différence, si ce que M. le Monnier rapporte d'après un ouvrier, est réel; savoir, qu'il se trouve plusieurs lits de sable & d'ocre posés alternativement les uns au-dessus des autres, ce qui pourroit être vrai, puisque M. le Monnier assure en avoir vu deux de sable & d'ocre dans cet arrangement; mais comme les ouvriers des ocrières dont j'ai donné les descriptions, ne percent pas le lit de sable qui est au-dessous de l'ocre, je ne puis déterminer s'il en seroit ainsi de ces ocrières. M. le Monnier dit encore que l'ocre est pâle & presque blanche dans l'ocrière dont il parle, & qu'elle devient d'un beau jaune à l'air. Il arrive le contraire dans les ocrières que j'ai décrites; l'ocre étant mouillée, devient toujours d'un plus beau jaune qu'elle ne l'est naturellement, & lorsqu'elle est encore dans la mine, l'humidité la pénètre toujours. Une troisième différence consiste en ce que le lit d'ocre de l'ocrière que j'ai vue, est beaucoup plus épais que ceux des autres dont j'ai parlé, & de celle que M. le Monnier a décrite: c'est probablement la grande quantité d'ocre que ce lit fournit, qui fait dire aux ouvriers de cette ocrière, qu'elle est

beaucoup

beaucoup plus abondante qu'aucune de celles qu'on connoît en France : ils prétendent encore que leur ocre est meilleure que toutes ces autres. Je ne sais pas sur quoi ils appuient leur sentiment ; il est probable que ce n'est de leur part qu'un préjugé favorable à leur travail, préjugé qui leur est commun avec tous les ouvriers de quelques genres que ce soit. L'ocre qu'ils tirent de leurs mines, n'est pas plus fine ni plus pure que celle des autres ocrières ; ces ocres, comme celles-ci, ne renferment aucune partie qui ne soit pas ocre, si ce n'est quelquefois de la pyrite ferrugineuse : le sable ou le gravier sur lequel le lit d'ocre est posé, n'est pas mêlé dans la masse de l'ocre, il n'y forme au plus qu'une croûte du côté qu'il touche.

Il y a donc un rapport considérable entre toutes ces ocres & les mines dont on les tire ; les petites différences qu'on y observe ne sont pas essentielles, & ne dépendent peut-être que de la profondeur plus ou moins grande qu'on est obligé de donner à ces mines pour parvenir au lit d'ocre : ce qui ne vient probablement que de la situation du lieu où l'on ouvre ces mines. Par exemple, les ocrières qui sont dans des fonds, ne

doivent pas être si profondes que celles qui sont sur des montagnes ou sur des collines: dans celles-ci on peut percer plusieurs lits d'ocre, qu'il ne seroit peut-être pas facile de pénétrer dans les ocrières placées dans les vallées, à cause de l'eau qu'on y trouve beaucoup plutôt, qu'il seroit très-dispendieux de tarir, & que le profit qu'on retire de l'ocre ne pourroit peut-être pas compenser.

Aidés de toutes ces Observations, voyons maintenant si l'on peut répondre à la question sur la nature de l'ocre que j'ai annoncée au commencement de ce Mémoire : pour y répondre avec encore plus de connoissance de cause, je crois qu'il est nécessaire de rapporter ici les différens sentimens que l'on a eus sur cette matière.

Théophraste est celui de tous les Anciens dont les ouvrages nous sont parvenus, qui ait le mieux écrit sur l'ocre; il veut que ce fossile soit une terre argilleuse : il en reconnoît de deux espèces, l'une est jaune & l'autre rouge; celle-ci est naturelle ou factice, c'est-à-dire, qu'il y en a à laquelle la couleur rouge est naturelle, & que la couleur de l'autre n'est dûe qu'à la calcination par laquelle on faisoit passer l'ocre jaune. A

cet effet on remplissoit de cette terre des pots qu'on couvroit d'argille, & qu'on plaçoit dans des fourneaux où elle prenoit une couleur plus ou moins rouge, suivant le degré de feu qu'on faisoit. Théophraste vouloit encore que les ocres jaunes & rouges naturelles eussent souffert dans la terre même l'action des feux souterrains.

Dioscoride, Galien, Vitruve, Pline même, n'ont parlé de l'ocre que comme d'une terre dont on se servoit dans la Médecine ou dans la Peinture, & n'ont rien dit de sa nature. Les Commentateurs qui ont travaillé à éclaircir les difficultés qui pouvoient être dans ces Auteurs, n'ont pas étendu nos idées beaucoup plus loin que n'avoient fait les Ecrivains qu'ils ont commentés.

Ce n'est que depuis que l'on a recherché à connoître la nature de l'ocre, qu'on l'a soumise à des expériences chimiques, qu'on a voulu arranger systématiquement les substances dont les Minéralogistes font des recherches, ce n'est, dis-je, que depuis ce temps qu'on a commencé à varier sur la façon de penser au sujet de l'ocre. Les expériences de Chimie nous ayant appris que l'ocre contenoit une grande quantité de

fer, & que lorſqu'on la traitoit avec des matières qui contiennent du phlogiſtique, elle ſe convertiſſoit preſqu'entièrement en fer: des Auteurs ſyſtématiques ont rangé l'ocre avec les mines de fer plutôt qu'avec les terres avec leſquelles beaucoup d'autres la plaçoient. Parmi ces derniers Auteurs, il y en a qui la regardent comme une glaiſe qui ne diffère des autres que parce qu'elle contient beaucoup plus de fer que les glaiſes ordinaires; d'autres, du nombre deſquels ſont MM. Hill & d'Acoſta, la placent avec les argilles, & reconnoiſſent pour ocres toutes ſubſtances qui ſont friables, douces au toucher, & qui ſe diſſolvent facilement dans l'eau; ils ſoudiviſent enſuite les ocres en ocres vitrifiables, & en ocres alkalines, ou propres à faire de la chaux.

Ces derniers ſyſtématiques ont à la vérité multiplié les ocres plus que n'avoient fait les premiers, mais ils nous ont encore plus que leurs prédéceſſeurs, jetté dans l'embarras ſur la nature de l'ocre, de ſorte qu'on ne ſait plus maintenant ſi l'ocre eſt une glaiſe, une argille, une mine de fer; & ſi une terre pour être regardée comme une ocre, doit être vitrifiable ou alkaline, ou ſi les unes ou les autres de ces terres peuvent être réel-

lement des ocres étant vitrifiables ou ne l'étant pas.

Quelle voie doit-on donc prendre maintenant pour lever ces doutes, & quel eſt le point fixe ſur lequel on doive s'appuyer pour déterminer nos idées à ce ſujet? il me ſemble qu'on ne peut mieux faire que de prendre la vraie ocre, l'ocre commune pour le terme de comparaiſon, duquel on doive rapprocher toutes les autres terres qui peuvent être des ocres.

Pour le faire avec juſteſſe, il me paroît qu'il faut regarder comme de vraies ocres toutes les terres qui ont les mêmes propriétés que celle que tous les Auteurs, de quelqu'avis qu'ils ſoient, avouent être la terre qui a la première porté ce nom. Or, cette ocre, qui eſt celle que nous employons communément dans les Arts, qui eſt naturellement jaune, & qui par l'action du feu, devient rouge, doit être, pour ainſi parler, l'étalon ſur lequel il faut meſurer les terres qu'on peut ranger au nombre des ocres: cette ocre eſt douce au toucher, s'attache à la langue, ſe durcit au feu, y devient un mauvais verre ſi le feu eſt très-violent, donne des parties ferrugineuſes, en la mêlant avec du phlogiſtique,

ſi on la pouſſe ainſi mêlée à un ſemblable feu, & enfin ne ſe diſſout pas aux acides minéraux, mais à l'eau commune.

En admettant ces principes, il ſera facile de reconnoître ſi une terre eſt une vraie ocre ou ſi elle n'en eſt pas une : on conſtatera facilement ſi le *giallolino* ou jaune de Naples, le *ſil* de Syrie, l'*almagra* des Modernes, ou le *ſil* Attique, le bol de Veniſe, la terre de Sinope, la terre d'Ombre & celle de Cologne, la pierre d'Arménie, la craie noire & les autres ſubſtances que des Syſtématiques placent avec les ocres, peuvent ou non être réellement rangées avec elles.

Quelques couleurs que ces matières puiſſent avoir, on ne doit pas les ôter du nombre des ocres ſi elles ont toutes les autres propriétés que l'on reconnoît dans l'ocre commune ; je ne les en ôterois pas plus, quand elles ne ſeroient pas friables ſous les doigts, quand elles ſeroient légères ; l'ocre rouge commune, qui n'eſt que l'ocre jaune qui a paſſé par le feu, n'en eſt pas moins une ocre, pour avoir changé de couleur, & pour y avoir pris un degré de ſolidité & de dureté que l'ocre jaune n'a pas.

Pour me mettre en état de faire par moi-même cet examen, je me ſuis pro-

curé le plus que j'ai pu de ces différentes terres, & l'examen que j'en ai fait, m'a découvert des différences qui m'engagent à ôter du nombre des ocres quelques-unes de ces matières.

Le *giallolino* ou jaune de Naples, par exemple, qui est une substance dure, pesante, grenue, d'un jaune vif & formant une espèce de pierre, ne se dissout pas, il est vrai, à l'eau forte, mais elle n'est pas douce au toucher, ne tient pas à la langue, & a plutôt l'air d'une matière qui a passé par le feu, que d'une terre naturelle; ce feu à la vérité peut être celui de quelque volcan, l'endroit d'où on nous l'apporte pourroit le faire penser, & j'adopterois volontiers ce sentiment; mais je ne regarderois cette matière comme une ocre que lorsqu'il seroit bien établi que la substance première, dont le *giallolino* est naturellement formé, est une terre de la nature de l'ocre, & qui auroit été durcie par ces feux souterrains; elle seroit quant à la dureté, dans le cas de l'ocre jaune qui a été calcinée.

Si le sentiment de Théophraste qui pensoit que l'ocre commune même avoit souffert l'action de quelque feu semblable, étoit vrai, le *giallolino* pourroit

encore à plus forte raiſon, être regardé comme une ocre ; mais il eſt plus que probable que le ſentiment de Théophraſte ne peut pas être admis : la Deſcription des ocrières que j'ai donnée, prouve inconteſtablement que notre ocre commune n'eſt pas le réſultat de l'opération de quelque feu, les bancs de ſables, de glaiſes & d'ocre y ſont trop régulièrement poſés, pour qu'ils aient ainſi été arrangés par l'action d'un volcan. Ce que les volcans forment, annonce le déſordre & la confuſion, tout y eſt ordinairement pêle-mêle, & dans différens ſens & inclinaiſons ; au lieu que dans les ocrières tout y eſt régulier, & poſé horizontalement ; on y reconnoît plutôt l'effet de quelques dépôts occaſionnés par des alluvions ; & le gravier qui ſe trouve au-deſſous de l'ocre, reſſemble plutôt au gravier des bords de la mer ou des rivières, qu'à des graviers de matières brûlées ou de pozzolane.

Il n'eſt donc guère poſſible d'attribuer la formation de l'ocre à des volcans : & dès lors le ſentiment de Théophraſte ne peut ſe ſoutenir ; c'eſt plutôt, à ce qu'il me paroît, par analogie que Théophraſte l'a adopté, que conſéquemment à des obſervations qu'il eût faites dans les

endroits d'où l'on pouvoit de son temps tirer de l'ocre; il savoit que l'ocre jaune poussée au feu, devient rouge: il en concluoit que les ocres rouges naturelles devoient avoir subi dans la terre une semblable opération, & il n'a pas même trop hésité d'étendre cette supposition à toutes les autres ocres naturelles qu'il connoissoit.

Je sens bien qu'il peut très-facilement arriver qu'il y ait des terres rouges qui n'aient cette couleur, que parce qu'elles ont souffert une espèce de calcination par les feux souterrains: il suffit pour cela qu'il se trouve dans les montagnes où ces feux s'allument, des glaises de couleur jaune qui soient un peu attaquées par ces feux. J'ai parlé dans mon Mémoire sur les volcans éteints de l'Auvergne, d'une terre rouge & dure du haut du Mont-d'or, laquelle l'on pourroit regarder comme une ocre véritable, & de l'espèce de celle qu'on appelle communément *rouge-brun*; cette terre pourroit bien n'avoir cette couleur que conséquemment à cette opération naturelle; mais je n'en conclurois certainement pas que toutes les autres ocres, de quelque couleur qu'elles soient, y ont été soumises: je tirerois au contraire plutôt

de ce que j'ai obſervé dans les ocrières, cette conſéquence que les ocres ſont des glaiſes colorées par une matière ferrugineuſe, plus abondante que celle qui peut ſe trouver dans les glaiſes des bancs qui précèdent celui de l'ocre. En effet, le banc de l'ocre y eſt poſé horizontalement de la même façon que les glaiſes ſous leſquelles il eſt placé : il eſt ſenſible que le dépôt qui s'y en eſt fait, a été formé par la même cauſe, que cette cauſe a agi avec tranquillité & ſucceſſivement : de plus on ſait que les ocres, de même que les glaiſes, ſont douces au toucher, qu'elles s'attachent à la langue, ne ſe diſſolvent pas aux acides, mais à l'eau commune, & ſe durciſſent au feu : on ſait encore que les glaiſes jaunes deviennent rouges par la calcination, & que plus ces glaiſes ſont jaunes & approchent du jaune de l'ocre, plus elles prennent un rouge approchant de celui que l'ocre jaune acquiert dans le feu. Je penſe donc, d'après ces Obſervations & ces expériences, qu'il eſt plus naturel de conclure que l'ocre eſt plutôt une glaiſe que toute autre terre, & qu'elle n'eſt pas plutôt dûe aux volcans que les autres glaiſes ; mais qu'on doit au contraire regarder les unes & les autres comme

ayant été déposées par les eaux, ou par quelqu'autre cause indépendante de ces feux souterrains.

Ceci supposé, je passe à l'examen des autres matières qu'on a regardées comme des ocres: les terres vertes communes & de Vérone, ne me paroissent convenir avec les ocres qu'en qualité de glaises; les expériences auxquelles on les soumet, présentent les mêmes phénomènes; elles s'attachent à la langue, les vertes sur-tout, elles ne se dissolvent pas à l'eau-forte, mises au milieu des charbons d'un foyer ordinaire, excité par le soufflet, elles y durcissent, deviennent noires, & en quelques minutes de temps donnent des marques d'une vitrification commençante; comme les glaises, elles sont douces au toucher, mais elles font sous les doigts l'impression qu'on ressent, en touchant la craie de Briançon; elles ont quelque chose de soyeux. Je placerois donc plus volontiers ces terres avec les glaises communes qu'avec les ocres, & je les distinguerois par leur couleur verte, & par leur propriété d'être plus ou moins soyeuses.

Une terre, ou plutôt une pierre qu'il me paroît encore plus difficile de ranger parmi les ocres, où MM. Hill & d'Acosta

la placent, eſt celle qu'on appelle communément craie noire, & dont plusieurs sortes d'ouvriers ſe ſervent pour tracer des lignes : cette pierre, comme pierre glaiſeuſe, préſente pluſieurs phénomènes ſemblables à ceux qu'on obſerve, en examinant l'ocre ſuivant les mêmes procédés ; mais lorſqu'on a vu cette pierre dans les carrières d'où on la tire, on a peine à ſe perſuader qu'elle ſoit une ocre, & l'on eſt plus porté à la rapprocher des ſchites, comme ont fait MM. Linnæus & Vallerius. Les bancs de cette pierre ſont inclinés à l'horizon, à peu-près comme les ſchites, comme eux elle ſe lève par feuillets ; en un mot, elle paroît être un ſchite, ou, comme dit M. Vallerius, une ardoiſe qui s'eſt décompoſée, ou un ſchite qui n'a pas pris de conſiſtance ; c'eſt ce que j'ai obſervé dans les carriéres de cette pierre, qui ſont ouvertes à la Ferrière, village de Normandie, peu éloigné de Séez. La direction des rochers de ces carrières eſt du levant au couchant, ils ſont par lits de différentes hauteurs, & plus conſidérables à proportion qu'ils ſont placés plus profondément ; les premiers ne ſont compoſés que de petites pierres, d'un grain moins fin que celui des pier-

res des lits qui les suivent: le premier peut avoir un ou deux pieds; le lit qui suit est d'une pierre plus parfaite, pas tant cependant que celle des lits qui sont au-dessous, celui-ci est peut-être un peu plus haut que le premier; les suivans sont des quartiers de quatre à cinq pieds de hauteur continus, au lieu que les petites pierres des deux premiers lits sont séparées les unes des autres; les pierres du troisième lit se lèvent par blocs aussi gros qu'on le veut, elles sont plus fines, s'exfolient plus aisément, sont plus cassantes, & marquent beaucoup mieux ce qu'on veut tracer par leur moyen. On ne descend pas beaucoup au-dessous de ce lit; ou l'on n'en enlève que quelques autres, ce qui fait que les trous de ces carrières n'ont guère plus de vingt pieds de profondeur. On remplit ces trous des décombres que l'on a faits en les formant, & des terres des environs: ces terres sont d'un noir semblable à celui de cette pierre.

La surface extérieure de tous les lits, à commencer sur-tout depuis le second inclusivement, se couvre lorsqu'ils ont été quelque temps exposés à l'air, d'une poussière couleur de soufre, qui peu à peu devient très-blanche: cette poussière

n'eſt autre choſe que du ſoufre, qui eſt produit par la ſurface de ces pierres qui tombent en efflorefcence. L'odeur qui ſe fait ſentir en entrant dans ces carrières, quoiqu'ouvertes en plein air, & du nombre de celles qu'on appelle à ciel ouvert, le démontre de façon à ne laiſſer aucun doute ſur cet article.

Je ne ſais ſi la première couleur que cette pouſſière a en ſe formant eſt ſoufrée, il me paroît au contraire qu'elle eſt d'abord noire, car lorſqu'on enlève de deſſus les pierres les croûtes qui s'en forment, le deſſous de celles qui ſont ſoufrées, eſt d'une couleur noire, & celui des blanches eſt ſoufré: le paſſage ſe fait donc du noir au blanc par la couleur moyenne du ſoufre, ce qui paroît être aſſez ſelon l'ordre des couleurs.

Outre cela, on remarque dans certains trous percés naturellement, quelquefois entre les bancs des pierres, quelquefois dans leur milieu; on remarque, dis-je, une pouſſière noire qui a quelque humidité, & que je crois tomber des ſurfaces de ces trous qui ſe détruiſent: elle n'eſt probablement ni ſoufrée ni blanche que parce qu'elle n'eſt point aſſez expoſée à l'air, & ne peut par conſéquent pas acquérir le degré de

desséchement que la poussière qui est attachée aux surfaces extérieures des bancs a acquise, pour devenir de l'une ou de l'autre des deux couleurs que prend cette poussière étant à l'air libre : c'est par ce desséchement que celle-ci parvient à ces états, puisque la poussière noire est plus mouette, plus tenace que la soufrée, celle-ci plus que la blanche, & que souvent si les couches formées par cette terre sont un peu épaisses, on voit qu'elles sont composées de trois lames, qui ont l'une ou l'autre de ces couleurs arrangées dans cet ordre : la noire touche la pierre, la blanche est à l'extérieur, & la soufrée entre les deux autres.

C'est, à ce que je crois, la seconde de ces couleurs, c'est-à-dire, la blanche, qui a fait donner par les Carriers le nom de salpêtre à la poussière qui a pris cette couleur : l'odorat cependant annonce que c'est plutôt du soufre, puisque, comme je l'ai dit plus haut, on est d'abord frappé de cette odeur dès le premier pas qu'on fait dans ces carrières, quoiqu'elles soient ouvertes en plein air, & que la vapeur dût par conséquent s'évaporer aisément.

Il me paroît que ce n'est que sur un

fondement aussi foible que M. Lémery dit dans son Dictionnaire des Drogues (1), que la terre qu'il appelle *ampelitis*, ou pierre noire, donne du salpêtre, il ne rapporte pas du moins les expériences qu'il pourroit avoir faites à ce sujet; il se contente de dire qu'elle contient beaucoup de soufre & de sel, & qu'on en tire du salpêtre. C'est probablement des pierres noires de la Ferrière qu'il parle, puisqu'il en place les carrières proche Alençon, la Ferrière n'en est pas beaucoup éloignée; il pourroit cependant se faire qu'il parlât de celles qui sont dans les environs de Domfront, où l'on m'a assuré qu'il y en avoit dont la pierre étoit plus dure que celle de la Ferrière: au reste, quoi qu'il en soit du lieu des carrières dont M. Lémery parle, il y a tout lieu de penser que ce n'est que sur des rapports que cet auteur avance que ces pierres donnent du salpêtre.

Ce n'est pas que je ne pensasse volontiers qu'on peut retirer du nitre de ces pierres; une expérience que j'ai faite me porteroit facilement à le croire: j'ai mêlé

(1) *Voy. Diction. des Drogues, par Lémery, au mot* Ampelitis.

de la pouſſière noire avec du charbon, & j'ai mis ce mêlange dans une cuiller de fer placée ſur des charbons ardens; au bout de quelques minutes, le tout a détonné à-peu-près comme la poudre fulminante: mais cet effet n'eſt-il pas dû à une combinaiſon nouvelle qui s'eſt faite au moyen du feu? le ſel que ces pierres donnent naturellement, ne ſeroit-il pas alumineux ou vitriolique? C'eſt ce que je n'ai pas pu encore déterminer par des expériences: ce qui mérite d'être ſuivi exactement, & ce que je me propoſe de faire par la ſuite: je dirai ſeulement ici que Wallerius (1) rapporte que la pierre noire contient beaucoup d'alun.

Il me paroîtroit que le ſel de la pierre noire de la Ferrière pourroit bien être vitriolique; l'effloreſcence où tombe cette pierre, me ſemble avoir beaucoup de rapport à celle que ſouffrent les pyrites vitrioliques, qui donnent auſſi, comme l'on ſait, beaucoup de ſoufre; ce qui leur arrive ſouvent, lors même qu'elles ſe décompoſent ainſi dans l'intérieur de certains cailloux. J'ai vu de

(1) *Voy. Waller. Minéralog. pag. 137, eſp. 71, & pag. 303, eſpèce 181, t. I, édit. franç.* Paris, 1753.

ces cailloux, & on en conserve plusieurs dans le Cabinet de S. A. S. Mgr. le Duc d'Orléans : ces cailloux, qui sont des pierres à fusil des environs de Laigle en Normandie, ont des cavités remplies de pyrites, qui sont souvent en partie ou en total, décomposées en une matière noire, soufrée ou blanche, qui a l'odeur de soufre, & qui même s'enflamme. On trouve une semblable poussière dans des cailloux sphériques plus ou moins applatis, qui sont des environs de Besançon : cette poussière sulfureuse n'est, à ce que je crois, dûe qu'à des pyrites tombées en efflorescence, soit que cette efflorescence se soit faite peu de temps après la formation de ces cailloux, lorsqu'ils pouvoient facilement être pénétrés par l'air, ou parce qu'ils ont de petites fêlures capables de laisser entrer assez d'air pour qu'ils puissent attaquer les pyrites & les décomposer.

Je ne m'arrêterai pas davantage à cet objet, je me contenterai pour finir ce que j'ai à dire sur les pierres noires, de faire remarquer que des pierres qui ont tant de rapport avec les schites & les ardoises, par leur figure rhomboïde, par leur position dans les carrières, par leur facilité à s'exfolier, ne me paroissent

pas devoir être rangées avec les ocres. Si par la craie noire on n'entendoit parler que de la terre noire qui est dûe à l'efflorescence de ces pierres, ou de celle qui se trouve dans les environs de ces carrières, ce sentiment pourroit peut-être se soutenir, en regardant avec quelques Naturalistes, les ocres comme une dissolution de quelque minéral faite dans la terre ou à l'air par l'action de quelque acide aussi minéral; j'aimerois autant alors ne pas faire un genre particulier de l'ocre, & je suivrois le sentiment de ceux qui placent ces terres avec les minéraux dont on imagine qu'elles sont des décompositions, & je caractériserois ces terres par leur couleur & la substance minérale qu'elles contiennent.

Mais comme on n'a pas des preuves aussi complètes que l'ocre, proprement dite, est une décomposition de mines de fer, qu'on en a que l'efflorescence des pierres noires, en est réellement une de ces pierres, je pense qu'il est beaucoup mieux de laisser l'ocre dans la classe des glaises, où beaucoup de Naturalistes l'ont placée.

De plus, il faudroit pour conserver en un point une uniformité d'idées, mettre le *lac lunæ* au nombre des ocres: le vrai

lac lunæ eſt une décompoſitton de pierres calcaires ; en cette qualité il me ſemble qu'il pourroit auſſi bien être regardé comme ocre, que la décompoſition des mines de fer, de cuivre, de zink, & ſurtout de pierre noire ; mais le *lac lunæ* n'a été rangé au nombre des ocres par aucun des Syſtématiques, qui le regardent ordinairement comme une marne fine & en pouſſière : ceux même qui reconnoiſſent des ocres alkalines ou calcaires, ne lui donnent pas place parmi ces terres.

Le ſable n'eſt, ſuivant bien des Auteurs, que le *detritus* de rochers de cette nature ; ceux qui penſent ainſi ſeroient-ils raiſonnablement recevables à regarder les ſables comme des ocres, quand même ils n'admettroient dans ce nombre que les ſables jaunes ou rouges, qu'on penſe n'être ainſi colorés que parce qu'ils ont été teints d'une matière ferrugineuſe. Les ſables ont toujours fait un genre particulier, quoiqu'à la rigueur, il ſeroit peut-être mieux de le confondre avec celui des grès, & ne conſidérer les ſables que comme des grès décompoſés ou comme du grès qui n'eſt pas lié, & ne fait pas maſſe.

De toutes ces conſidérations, je conclurois enfin qu'il n'y a de vraies ocres

que les terres qui sont douces au toucher, qui tiennent à la langue, qui durcissent au feu, qui ne se dissolvent pas dans l'eau-forte, & qui donnent beaucoup de fer, traitées avec du phlogistique : j'en conclurois encore que les ocres sont des glaises, dont le caractère essentiel & spécifique est de donner cette quantité de parties ferrugineuses ; ce qui me feroit définir l'ocre, une glaise très-ferrugineuse, dont les variétés seroient d'être d'un jaune ou d'un rouge plus ou moins foncé, sans cependant exclure du nombre des ocres, toute autre terre qui auroit une autre couleur, pourvu qu'elle contînt beaucoup de fer. Les ocres n'étant dans ce principe que des glaises, je ne ferois pas un genre particulier de ces terres, mais je ne les regarderois que comme des espèces de glaises : à la rigueur, celles de ces terres qui sont jaunes, & souvent d'un jaune aussi beau que celui de l'ocre, ne sont-elles pas de véritables ocres ? ne contiennent-elles pas toujours des parties ferrugineuses ? & un peu plus ou un peu moins de ces parties devroit-il les exclure du nombre de ces terres ? ne deviennent-elles pas rouges au feu, aussi-bien que les ocres ? Les glaises rouges, & dont il

y a tant de nuances, ne pourroient-elles pas être aussi regardées comme des ocres rouges? & faudra-t-il qu'une petite variété dans la couleur ou dans la finesse des parties, sépare des terres qui ont tant d'autres rapports? les ocres jaunes ou rouges sont-elles toutes également fines? leur couleur est-elle égale dans toutes? L'on sait qu'il en est autrement: rien dans la Nature n'est entièrement semblable; ce n'est que par les propriétés générales que les êtres qui ont du rapport les uns aux autres, conviennent entr'eux.

Une preuve de cette règle qui se tire même de l'ocre commune, est que cette ocre poussée au feu, donne au même degré différentes nuances de couleur, ce qui ne vient probablement que du plus ou moins de fer que différens morceaux peuvent contenir, ou de la variété qui peut être dans la finesse des parties: rien par conséquent n'est plus naturel que de réunir sous un même genre les glaises & les ocres.

J'ai vu en Normandie plusieurs glaises, sur-tout des jaunes, qui avoient tout l'air par la beauté de leurs couleurs, d'être des ocres: on les regarde même comme telles dans quelques cantons de

cette Province. J'en ai reçu une d'Orbec, qui m'étoit envoyée par M. Chaumont, Maître des Comptes, qui me marquoit en même temps que « cette ocre, com» me on l'appelloit, étoit de la côte de » Chambroy, que les Tourneurs s'en » servoient pour jaunir leur bois après » qu'ils l'ont travaillé; personne qu'eux, » dit encore M. de Chaumont, ne l'a » mise en usage: cette ocre est pleine » de petits cailloux, de sable & de gra» vier, qui la rendent incapable de ser» vir dans l'état où elle est en sortant de » terre; étant lavée, elle est très-douce, » & prend à la langue ». J'en ai encore reçu une d'un jaune plus beau & plus vif, sous le nom d'ocre; elle m'étoit envoyée par M. l'abbé Rose, dont j'ai parlé dans mon Mémoire sur les figues pétrifiées: cette terre tient aussi à la langue, elle est fort douce au toucher, & d'un grain fin, de même que celle de Chambroy, elle ne se dissout pas dans l'eau-forte, elle est des environs de Tours.

Quant aux glaises rouges, elles ne sont pas rares dans les endroits où l'on trouve les jaunes; je n'y ai rien observé de singulier, qui demande à être rapporté ici: je remarquerai seulement,

par rapport à une qui eſt gris-de-lin ; qu'on l'emploie dans quelques cantons à peindre le devant des maiſons. Il s'en trouve une ſemblable du côté de Saint-Martin-de-la-Beſace, ſur la grand route qui va de Caen en baſſe Bretagne.

Puiſque quelques-unes de ces glaiſes ſont déja employées en qualité de couleurs, il y a lieu de penſer que, ſi toutes ne pouvoient pas ſervir à ce même uſage, on pourroit en trouver un grand nombre qui ne ſeroient pas à négliger, & qui pouſſées avec précaution à différens degrés de feu, procureroient peut-être des couleurs rouges, préférables au rouge que donne l'ocre ordinaire.

Les mines de fer qu'on exploite pour pluſieurs forges de la Normandie, renferment des terres d'un jaune ou d'un rouge plus ou moins foncé, qui, traitées de la même façon, fourniroient encore probablement pluſieurs variétés de couleurs qui nous mettroient dans le cas de nous paſſer de celles qu'on tire de l'étranger. On pourroit découvrir, par exemple, cette ſorte d'ocre qu'on appelle *rouge-brun* ou *brun-rouge* d'Angleterre, celle qui nous vient d'Eſpagne ſous le nom d'*almagra* : Mrs Hill & d'Acoſta diſent que celle-ci eſt alkaline ; les terres qui ſont

ſont de cette nature ſe diſſolvent à l'eau-forte, l'*almagra* n'y excite pas le moindre mouvement, & y reſte ſans s'y diſſoudre : cette terre eſt d'un rouge plus vif que notre ocre rouge, & paroît être réellement une ocre, à en juger du moins par les morceaux qui avoient été envoyés d'Eſpagne à M. Bomard, de qui je tiens celui que j'ai examiné.

Si l'almagra étoit une terre alkaline, je ne le regarderois pas plus comme une véritable ocre que toutes les autres que Mrs Hill & d'Acoſta appellent du nom d'ocres alkalines; je ne puis me perſuader que des terres auſſi différentes entre elles que le ſont des terres vitrifiables & des terres qui ſe calcinent, puiſſent être regardées comme appartenantes au même genre; cette propriété, ainſi que celle de ſe diſſoudre ou non à l'eau-forte, eſt un caractère bien plus ſûr pour diſtinguer les ſubſtances minérales que tous les autres qu'on pourroit employer; je crois par conſéquent que dès que deux terres diffèrent entre elles par les effets dans l'eau-forte & dans le feu, elles ne peuvent être de la même nature, & conſéquemment qu'elles ſont de genres différens.

C'eſt auſſi ſur ce principe que j'ôterois

du genre des ocres la terre appellés *ocre de rue*, qui se dissout avec vivacité & bruit dans l'eau-forte. Le stil de grain clair & celui de Troie ne se dissolvent pas dans l'eau-forte avec plus de vivacité ; ces deux drogues employées par les Peintres, ne sont que des préparations de craie ou de marne préparée & colorée par des infusions de bois de Bresil ou de graines d'Avignon : ces deux stils de grain, dont le nom n'est, à ce que je crois, qu'une corruption du mot ancien *syl*, donné à une espèce d'ocre, ces stils de grains, dis-je, pourroient aussi-bien être mis au nombre des ocres que des terres alkalines qu'on y place, s'il étoit vrai qu'on dût regarder comme de vraies ocres les terres alkalines que Mrs Hill & d'Acosta rangent sous ce genre ; mais je crois que lorsqu'on voudra s'en tenir aux caractères essentiels & sûrs des minéraux, on éloignera toujours les terres calcinables de celles qui se vitrifient : du nombre de celles-ci pourroient être la terre d'Ombre, celle de Cologne & le rouge d'Inde, mais la pesanteur du rouge d'Inde me feroit soupçonner qu'il ne seroit qu'une préparation de quelque métal, & peut-être de plomb : si cela étoit, il me semble

qu'il ne faudroit pas plus le placer avec les ocres que l'on n'y place le *minimum* ; le rouge d'Inde pourroit être cette ocre artificielle dont parle Mathiole à l'article de l'ocre, & qu'il dit n'être qu'une préparation de plomb. La terre d'Ombre & celle de Cologne sont très-légères en comparaison du rouge d'Inde ; elles me paroissent des terres naturelles & du genre des glaises ; mais ces terres sont-elles des ôcres plutôt que les autres glaises ? c'est ce que je ne pense pas : nous n'avons pas encore, que je sache, rencontré en France de ces sortes de terres, j'ai bien reçu quelquefois des terres trouvées dans ce Royaume, & qu'on m'envoyoit sous le nom de terre d'Ombre, mais ces terres avoient plutôt l'air de parties végétales détruites que de vraies terres. Il y a cependant lieu de penser que dans le nombre de terres de différentes couleurs qu'on trouve en France, on parviendra enfin à en rencontrer qui seront entiérement semblables à celles-ci. Nous serons alors plus en état de déterminer exactement leur nature, si l'on décrit très-exactement les endroits où on les aura trouvées ; descriptions qui ne peuvent certainement que contribuer beaucoup à déterminer leur nature :

c'est une pareille raison qui m'a engagé à donner dans ce Mémoire la description des ocrières que j'avois pu voir, ou sur lesquelles j'avois des observations détaillées & que je pouvois regarder comme faites avec exactitude.

MÉMOIRE

Sur les yeux de quelques Poissons.

Par M. HALLER.

20 Mars 1762.

J'AVOIS destiné à l'Académie les observations que j'ai faites sur la génération des Quadrupèdes, en les comparant à celles que j'ai faites sur les Poulets ; il me manque encore quelques vérifications pour les premiers jours qui suivent l'accouplement, & j'ai différé jusqu'ici de compléter ce Mémoire, que j'aurai l'honneur d'offrir à cette illustre Compagnie dès qu'il sera en état de lui être présenté.

Je prends la liberté de lui envoyer aujourd'hui une ébauche des singularités de l'œil des Poissons : la crainte de voir paroître les Ouvrages posthumes de Duverney & d'être exposé à quelque critique si je m'étois rencontré avec cet

illustre Anatomiste, dans quelque partie de la structure de l'œil, m'engage à me hâter ; je me réserve de suppléer à ce qu'il y aura de défectueux dans ce Mémoire par une suite de dissections. J'ai trouvé beaucoup d'utilité aux observations que l'Anatomie des quadrupèdes & des oiseaux a fournis à feu M. Petit, & je me suis attaché au même plan, en préférant les yeux des poissons, que cet illustre Académicien n'a pas suivis avec la même constance que ceux des oiseaux & des quadrupèdes.

Il m'a paru, en disséquant des animaux de cette classe, que leur structure répand beaucoup de jour sur la Physiologie, & qu'elle est infiniment plus simple & plus aisée à saisir que celle des deux autres classes d'animaux : c'est un inconvénient pour moi que d'écrire dans un grand éloignement de la mer, il ne me reste que des poissons d'eau douce, qui généralement ont moins de volume ; le saumon, la truite & la carpe en sont les plus gros, car le silure du lac de Morat est fort rare, & je n'ai pu m'en procurer jusqu'ici.

Je ne me suis pas borné dans mon travail au point de négliger les autres classes d'animaux, j'ai disséqué généralement

tout ce qui m'est tombé sous les mains ; il en a résulté des inductions qui m'ont guidé dans bien des doutes physiologiques.

J'ai peu lu sur cette matière, & je n'expose que le résultat de mes propres recherches : l'Anatomie critique alonge trop les ouvrages, je crois qu'on doit la borner à la structure du corps humain.

SECTION I.

Sur le Nerf optique.

Le nerf optique est toujours considérable dans les poissons, une grande partie du cerveau est destinée à lui fournir de la moëlle.

Les poissons n'ont que des tubercules pour tenir lieu du cerveau ; le nombre en est inégal.

Les deux tubercules qui peuvent porter le nom de *couches des nerfs optiques*, ont une structure constante dans tous les poissons que j'ai disséqués ; ils sont creux & contiennent un ventricule, comme dans les oiseaux ; les deux principales racines du nerf optique en sortent, l'antérieure part de son extrémité antérieure, la postérieure en fait le tour, & sort de son extrémité voisine du cervelet ; elle forme intérieurement une ligne blan-

che, dans laquelle viennent se rendre des fibres blanches sans nombre, qui partent de toute la couche; j'ai vu avec plaisir la naissance de ces fibres, que j'ai retrouvées dans la rétine. Ces couches sont jointes, dans un grand nombre de poissons, & peut-être dans tous, en deux endroits par des fibres transversales, qui paroissent tenir lieu de l'union qui manque aux nerfs optiques: le premier endroit est supérieur, & presque à l'origine antérieure des couches; le second est inférieur, il est en avant des bulbes des nerfs olfactoires de chaque côté; cette dernière réunion est fort considérable, & prend d'assez loin aux racines de ce nerf.

Il y a encore deux paires de nerfs qui vont à l'œil; le nerf ciliaire qui est considérable, & le nerf musculaire : je ne les ai pas suivis.

Formés comme je viens de dire, les nerfs optiques se joignent à l'entrée des deux orbites, en recevant la gaîne robuste que leur fournit leur dure-mère. Je les ai vu se croiser constamment & dans toutes les espèces; & le nerf qui vient de la partie droite du cerveau, va se rendre dans l'œil gauche; ils ne se mêlent point dans l'endroit où ils se croisent,

& on les ſépare ſans déchirer la moindre fibre.

Il paroît aſſez difficile de dire pourquoi la Nature les a réunis en apparence ſans les mêler, & pourquoi elle a deſtiné le nerf gauche à l'œil droit : cette dernière ſtructure paroît tenir à un croiſement général, qui paroît être néceſſaire dans le ſyſtème médullaire, & dont les effets ſont viſibles dans l'homme par la paralyſie du côté oppoſé à celui où le cerveau eſt bleſſé ou comprimé.

Ce nerf revêtu d'une gaîne fort ſolide & d'une pie-mère vaſculeuſe, va ſe rendre à l'œil ; il y entre toujours par le côté interne de l'œil, à une diſtance conſidérable de l'axe longitudinal.

La ſtructure du nerf optique eſt aſſez ſimple ; il eſt partagé par faiſceaux médullaires fort apparens, blancs & opaques, en fibres ; ils s'épanouiſſent dedans, & forment des membranes aſſez larges : c'eſt, en petit, la même ſtructure que Malpighi a découverte dans le thon ; ces faiſceaux ne ſe décompoſent pas bien nettement, mais je n'ai jamais entrepris de les décompoſer, ſans avoir du moins vu un certain nombre de fibres, qui uniſſoit une toile cellulaire ; ces fibres étant fort preſſées ont beaucoup

de consistance ; elles sont assez apparentes dans le munier, dans la truite.

SECTION II.

Entrée du Nerf optique.

Il est assez singulier que les poissons diffèrent dans cette partie de la structure de l'œil ; il y en a qui suivent celle des oiseaux, & d'autres qui imitent les quadrupèdes.

La structure des quadrupèdes est la plus simple ; c'est celle que l'on trouve dans la carpe, la lotte, le munier, la tanche.

Le nerf optique y est couvert d'une enveloppe fort dure ; il perce la sclérotique, & produit aussitôt après la membrane *argentée*, qui tient lieu de choroïde ; il donne à quelque distance de cette membrane, la membrane *vasculaire* que les poissons possèdent seuls ; il continue sa marche toujours cylindrique, & ce n'est qu'à une ligne plus loin qu'il produit la rétine. Tout cet intervalle est étroitement enveloppé de la membrane noire dans plusieurs poissons, & le nerf est rétréci dans plusieurs espèces ; il a quelquefois commencé de paroître noir, avant qu'il ait pénétré par la sclérotique,

& c'est la pie-mere qui produit la membrane noire ; l'extrémité du nerf paroît comme un cercle rayonnant, fort blanc, avec une ou plusieurs pointes dans sa surface. Le munier, par exemple, a un nombre de filets noirs formés en brosses ou en petits pinceaux ; je n'ai pas pu y démontrer une lame blanche criblée de trous, dont les trous innombrables, de plusieurs grandeurs, laissent passer la moëlle, quand on la presse, dans le bœuf, dans le cochon ou dans le lièvre. Dans le cochon, la structure de cette lame est aisée à appercevoir ; c'est une multitude de trous que joint un *tissu* cellulaire ; une partie des trous est grande, c'est pour les vaisseaux, l'autre est très-fine & destinée à la moëlle ; cette lame m'a toujours paru blanche & nettement séparée de la lame interne de la choroïde.

Dans les poissons, la moëlle sort en masse quand on presse le nerf optique; ce nerf s'épanouit & forme une coupe ronde dans les uns & en portion de cercle dans les autres : les deux lames de la rétine sortent de cet épanouissement.

Dans la carpe, dans le munier, la tanche & la lotte, elle sort de la circonférence du cercle par lequel le nerf

optique s'épanouit ; il paroît en sortir comme des pointes ou des pinceaux ; chaque pointe est un faisceau de fibres qui vont se séparer & s'épanouir pour former l'arachnoïde : le tout forme un entonnoir qui sort de l'intérieur du nerf optique, & la substance pulpeuse les environne : ces fibres sont plus transparentes que la substance du nerf optique, & je n'ai jamais pu suivre les filets du nerf jusque dans la rétine, quoiqu'il y ait des fibres dans le nerf & dans la rétine.

Dans la truite, dans le saumon & dans l'ombre-chevalier, on retrouve la structure des oiseaux, le nerf optique donne à-peu-près les mêmes membranes, mais il se dilate & forme un arc de cercle ; un appendice moins long que dans les oiseaux s'avance pour soutenir la rétine par le côté extérieur : la coupe de la membrane noire, qui laisse passer la moëlle du nerf, est elliptique, & l'un des diamètres est à l'autre comme trois à un, & même dans une plus grande proportion : la moëlle du nerf optique y paroît à nu.

On y voit le nerf optique se terminer par une surface étroite & blanche, dont on peut détacher tous les restes de la

membrane noire; cette ſurface eſt longue comme dans les oiſeaux, une artère en parcourt également la longueur, mais l'éventail y eſt d'une ſtructure différente: j'ai vu dans la truite la pointe fine de cette queue du nerf optique ſe partager juſqu'à produire deux ou trois pinceaux, qui ſe diviſent en rayons pour produire des fibres de la membrane arachnoïde, que la membrane pulpeuſe recouvre, mais cela eſt aſſez difficile à voir; cette membrane pulpeuſe ſort poſtérieurement de la circonférence de cet onglet, & elle eſt née avant que les pointes du nerf optique s'épanouiſſent, mais elle a toujours un œil différent du nerf.

Dans les oiſeaux, une membrane, qui ſert de baſe à leur *peigne*, couvre l'entrée du nerf optique; la moëlle, en preſſant le nerf, paroît en forme de vermiſſeaux dans la même circonférence. Quand cette membrane eſt enlevée par la macération, la moëlle du nerf optique ſe trouve à nu & ſans couverture; c'eſt d'elle que naît la rétine. Tout cela eſt fort viſible dans le héron.

Il paroît aſſez difficile de trouver la raiſon de cette diverſité dans la ſtructure de l'organe principal de la vue des poiſſons, mais il en réſulte une maxime bien

utile aux Phyſiciens ; ils doivent ſe mettre en garde contre les inductions.

SECTION III.

La Rétine.

C'eſt cette membrane, premier organe du plus beau des ſens, où les poiſſons ont le mieux récompenſé mes peines ; il eſt preſque impoſſible de rien diſtinguer dans la rétine des bœufs, des moutons & des quadrupèdes preſque généralement : il eſt vrai que l'adreſſe de Ruyſch & d'Albinus eſt parvenue à diſtinguer dans la rétine un réſeau de vaiſſeaux que recouvre une pulpe blanche ; je l'appelle *blanche*, quoiqu'elle ſoit griſâtre & tranſparente ; car pour la voir il faut néceſſairement de l'eſprit de vin, qui la rend opaque & qui la blanchit.

Malgré ces heureuſes injections, on n'eſt pas encore parvenu à ſéparer dans la rétine deux feuillets ſéparés & entiers, l'un de l'autre ; M. Zinn paroît même en déſeſpérer.

Dans les poiſſons, on voit plus & ſans la moindre difficulté ; toute la précaution néceſſaire ſe réduit à ſe ſervir des yeux les plus frais, car la rétine eſt trop déli-

cate pour supporter les moindres commencemens de putréfaction, & elle est d'abord détruite : il n'y a qu'à séparer de cette tunique celles qui la couvrent, cela se fait avec facilité ; on voit alors, par le vitré, l'agréable spectacle d'une infinité de fibres blanches qui partent ou du cercle terminateur du nerf optique ou de sa ligne blanche ; ces fibres se portent comme des rayons à la périphérie & vont se terminer au grand cercle de la rétine, qui lui-même est attaché à la membrane vitrée, le long de l'origine de l'uvée ; on laisse ensuite l'œil dans de l'eau-de-vie pendant quelques jours, la rétine s'y endurcit ; elle est naturellement fort épaisse dans les poissons : on fend alors avec un scalpel un peu fin son hémisphère, depuis l'insertion du nerf optique jusqu'à la circonférence ; & avec une pincette & le scalpel, on en détache une membrane pulpeuse, souvent comme grénée en dehors, beaucoup plus épaisse que la choroïde ; cette lame est parfaitement lisse du côté de la lame fibreuse & s'en sépare toute entière : il reste alors de la rétine un hémisphère appliqué sur le corps vitré, formé par une membrane extrêmement fine, transparente dans l'eau-de-vie même, qui soutient & qui réunit les fibres que je vais décrire.

Je l'ai préparé d'une autre manière, en découvrant l'hémisphère postérieur & en enlevant les trois lames de la choroïde; j'ai enlevé alors, en rasant avec le scalpel, la membrane pulpeuse, & la lame arachnoïde, vingt fois plus fine, a seule couvert le vitré : sans scalpel même & sans art, cette séparation se fait au bout de deux ou trois jours dans la carpe & dans le munier; la lame pulpeuse s'y détache de la circonférence du nerf optique & laisse la lame fibreuse à nu : dans la tanche, la chose est encore plus évidente, les fibres y sont beaucoup plus grosses & plus distinctes; elles y sont naturellement séparées de la membrane pulpeuse; on y voit dans la coupe d'un œil & dans l'hémisphère postérieur, une soucoupe formée par la membrane pulpeuse remplie de fibres qui flottent au gré de l'eau.

Il n'y a donc absolument aucun doute que les poissons n'aient, au lieu de rétine, deux membranes distinctes par tous les attributs, & collées l'une sur l'autre; l'extérieure, plus épaisse que la ruyschienne, peut porter le nom de *pulpeuse*, elle l'est effectivement; & l'intérieure, vingt fois plus mince, mérite parfaitement celui d'*arachnoïde*, qui vaque de-

puis qu'on s'eſt ſervi du nom de capſule pour le chaton du criſtallin. J'ai appris à les ſéparer ſans macération & ſans eſprit-de-vin ſur les plus petits poiſſons.

Quoique ce ſoit dans les poiſſons ſeuls que l'on voit avec facilité cette ſtructure, je la crois conſtante dans toutes les claſſes d'animaux. J'ai trouvé dans le cochon, dans le chat, dans le coq d'inde, dans l'oie & dans le héron, le moyen de détacher la membrane pulpeuſe de l'arachnoïde; elle s'en ſépare dans le chat en raclant la rétine avec un ſcalpel bien fin, & dans le coq d'Inde cela ſe fait encore plus aiſément. La macération ſeule détache ces grains pulpeux dans tous les animaux.

Ces expériences réunies à celles de Ruyſch & d'Albinus, vérifiées par M. Mæller, M. Zinn & moi, ne laiſſent aucun doute, que l'homme même n'ait ſa rétine compoſée d'une membrane muſqueuſe, & d'une arachnoïde.

Pour les fibres, je les crois également communes à toutes les claſſes d'animaux; je les ai découvertes dans le coq d'Inde, où elles ſont fort apparentes vers l'extrémité de l'*onglet* d'où ſort la rétine, & qui eſt une épiphyſe du nerf optique. Dans l'oie j'ai vu la rétine

séparée de la lame pulpeuse, rangée en lignes parallèles, les fibres sont très-apparentes dans le lièvre (parmi les quadrupèdes), quoique beaucoup plus fines que dans les poissons, & il seroit assez étonnant que ces fibres régnassent dans toute la classe des poissons, dans une partie des oiseaux, & dans une partie des quadrupedes, pendant qu'elles seroient exclues d'une autre partie des quadrupèdes & des oiseaux.

Je ne dis qu'un mot sur les vaisseaux de la rétine des quadrupèdes : ils sont évidemment en partie veineux, & en partie artériels ; leurs troncs sont rouges, & leurs tranches pâlissent peu-à-peu, jusqu'à se rendre invisibles ; c'est un exemple évident de la production des vaisseaux artériels du second rang : elles forment dans le bœuf & dans le cochon, & apparemment dans tous les quadrupèdes, un cercle vasculeux à la grande circonférence de la rétine, qui est coloré de rouge ; je n'ai jamais vu ni dans les oiseaux, ni dans les poissons, des vaisseaux rouges sur la rétine ; pour le cercle il paroît être le même que le cercle du vitré que nous allons décrire.

Je fais une seconde remarque sur la rétine des poissons : elle est constamment

couverte d'une mucosité noire qui se forme en lames & en grains, & qui suinte de la tunique noire de l'œil : cette humeur se retrouve dans les oiseaux & dans les quadrupèdes qui n'ont pas de tapis ; je l'ai vue très-abondante dans l'oie, dans la pie, dans le héron & dans l'homme même ; dans tous ces animaux il est commun de trouver la rétine couverte d'une lame noire, qui s'est détachée de la membrane ruyschienne ; en prenant un peu de soin on découvre dans la truite, dans le saumon & dans tous les poissons que j'ai vus, l'hémisphère postérieur de la rétine entièrement recouvert d'une lame continue, & qui ressemble à une coupe toute noire ; cette mucosité, dont la couleur est extrêmement foncée dans tous les poissons, rend le systême de Mariotte impossible, puisqu'elle empêche évidemment les rayons de la lumière, de parvenir jusqu'à la choroïde ; la choroïde ne recevant point de rayons, ne sauroit être l'organe de la vue.

La rétine finit au commencement du corps ciliaire, & s'y attache par un cercle renforcé, qui est collé au vitré : je n'ai jamais pu la mener plus loin dans les poissons, ni même dans les oiseaux adultes.

SECTION IV.

Le Vitré & ses Vaisseaux.

Le vitré est fort petit & fort plat dans les poissons, & sur-tout dans la lotte & dans la tanche; au lieu que les oiseaux & les quadrupèdes ont le vitré placé immédiatement sur la rétine, celle-ci sur la choroïde, & la choroïde sur la sclérotique. Le nerf optique parcourt dans les poissons un grand espace avant que d'arriver jusqu'au vitré; la lame vasculaire & le muscle en fer à cheval se placent entre les deux lames de la choroïde, & les écartent considérablement; la chambre du vitré en est raccourcie d'autant.

Malgré sa petitesse on voit des objets intéressans dans le vitré des poissons, qu'on n'a jamais vus dans les autres classes d'animaux : ce sont les vaisseaux antérieurs & postérieurs du vitré.

Les *vaisseaux antérieurs* partent d'un organe propre aux poissons seuls: cette classe d'animaux n'a point de corps ciliaire; l'uvée est placée immédiatement sur la membrane vitrée; elle y est fortement collée, & par-là même attachée aux cristallins. Pour donner encore plus de stabilité au cristallin, les poissons,

ont un lien d'une nature différente dans les différentes eſpèces : je commencerai par la ſtructure de la carpe, du munier & de la tanche.

Il part de la lame noire de la choroïde de ces animaux une bande dentelée, recouverte intérieurement par un alongement de la rétine ; un vaiſſeau rouge conſidérable ſe rend dans cette bande ; le tronc en paroît deſtiné au criſtallin, du moins la bande s'y attache-t-elle poſtérieurement, & j'ai vu du ſang dans le vaiſſeau de cette bande, au-delà de ſa diviſion.

Avant de s'y rendre, ce même vaiſſeau donne un branche à droite, & une autre à gauche, dans les limites communes du vitré, de l'uvée & de la rétine : ces branches forment un cercle veineux plus gros, & un cercle artériel plus petit & poſtérieur ; & les vaiſſeaux & les cercles ſont remplis de ſang ; les derniers embraſſent toute la circonférence du vitré, & forment un cercle parfait à l'endroit où s'attache la rétine : quelquefois ſeulement il eſt terminé par un angle qui réunit les deux troncs circulaires ; de la circonférence poſtérieure de ce cercle il ſort une infinité de vaiſſeaux qui ſe rendent dans la membrane vitrée ;

qui remontent en arrière autour de son plus grand cercle, & qui se répandent en branches toujours plus fines; ces vaisseaux forment avec les vaisseaux postérieurs, les plus beaux réseaux qu'il y ait dans les animaux : il est vrai qu'ils sont transparens; on les distingue pourtant aisément à l'œil nu & à la loupe, après une légère macération dans l'esprit de vin : je les distingue mieux dans la lotte, la carpe & le munier, que dans le saumon & dans la truite.

Les vaisseaux postérieurs du vitré naissent d'un grand tronc central de la rétine, exactement concentrique dans le munier, un peu excentrique dans d'autres poissons : ce vaisseau est rouge, & s'applique au pôle postérieur du vitré, qui, comme le pôle de la terre, est un peu applati; il y reste toujours un cercle blanc, dont un point noir fait le centre; le même vaisseau s'y divise subitement, & tout d'un coup en un nombre considérable de rayons, qui s'attachent à la convexité postérieure du vitré, se courbent en arcade autour de son plus grand cercle, & se rendent jusque dans le cercle vasculeux que je viens de décrire; leurs anastomoses sont fort belles, & leur direction tantôt droite, & tantôt en forme de serpent.

Comme on distingue fort bien la membrane vitrée dans les poissons, je dois avouer que je n'ai jamais vu entrer ces vaisseaux dans l'intérieur de la substance.

Dans la truite, dans le saumon, dans l'ombre-chevalier & dans la lotte même, la structure n'est plus la même. Dans les premiers de ces poissons, l'entrée du nerf optique & la naissance de la rétine est longue; de l'extrémité antérieure de l'arc, par lequel le nerf optique se termine, il sort deux vaisseaux recouverts d'une gaîne noire, & bientôt la ruyschienne leur en donne un autre; un nerf né du nerf ciliaire, qui perce la sclérotique à côté de l'entrée du nerf optique, les accompagne; ils bordent le vitré, & forment un demi-cercle autour de la convexité de l'œil; quand ils sont presque parvenus jusqu'à l'uvée, une prolongation de la membrane noire, & une autre de l'uvée, s'y attache avec de nouveaux vaisseaux, & il s'en forme une petite cloche, comme parabolique, extérieurement tachetée & blanche en dedans, qui se termine par une pointe; il sort de cette pointe plusieurs filets attachés à la capsule du cristallin postérieurement & extérieurement; la direction

de la cloche est en dehors & un peu en arrière; j'y ai vu un des vaisseaux rempli de sang. Le même tronc artériel & veineux, qui sort du nerf optique, donne, dans la truite & dans le saumon, fort près de sa sortie du nerf optique, une branche considérable au vitré; elle est remplie de sang, & se divise en deux troncs rouges, dont l'un est plus grand que l'autre; ses branches s'étendent sur la convexité du vitré, à-peu-près comme dans la carpe; plus près de l'uvée, l'un & l'autre tronc donnent deux branches qui s'écartent de côté & d'autre; elles environnent l'attache de la rétine, comme dans la carpe, & produisent les mêmes branches, moins apparentes que dans la classe des poissons dépourvus de dents.

La lotte, quoique son nerf optique finisse par un cercle, a un vaisseau tout semblable, dont une branche entre dans le vitré, & l'autre forme une cloche attachée au cristallin; ce vaisseau sort à côté du nerf optique: l'ombre-chevalier, espèce de truite, a cette même structure, & de plus un vaisseau transparent qui sort du nerf optique, & qui va joindre à quelque distance la branche destinée au corps vitré.

Il est difficile de définir l'utilité de cette

cloche parabolique : il eſt vrai qu'elle ſoutient le criſtallin, & apparemment y donne-t-elle des vaiſſeaux ; mais le nerf qui s'y rend, pourroit faire croire que c'eſt un organe muſculeux, quoique je n'y diſtingue pas de fibres parallèles.

SECTION V.

Le Criſtallin.

J'ai peu de choſe à dire ſur cette partie de l'œil ; elle eſt fort grande, proportionnellement dans les poiſſons, & fort convexe même, ſans être exactement ſphérique ; elle paſſe par *la prunelle* pour ſe montrer dans la chambre antérieure de l'œil, & il n'y a point de chambre poſtérieure ; on connoît ſes lames & ſon noyau.

Dans le héron le criſtallin macéré a formé une étoile de cinq rayons ; mais à côté de ces rayons l'on voyoit clairement des lignes qui partoient du centre, & qui ſe diviſoient en deux branches, & même en un grand nombre de rameaux : dans le ſaumon, l'étoile eſt à trois rayons; mais ces rayons la partagent juſqu'au noyau, & toutes les couches extérieures ſe ſéparent ſans difficulté : les fibres de ces couches extérieures ſont des plus évidentes,

évidentes. Des animaux que j'ai disséqués, la lotte a le cristallin le plus sphérique; & la pie le plus plat antérieurement.

J'ai fait bien des efforts pour distinguer les vaisseaux du cristallin : j'ai commencé à y réussir dans un oiseau de la classe des canards, mais dont le bec est courbe & le palais armé de quatre rangées de dents ; il vit de poissons & fréquente le lac Leman ; sa tête est fauve & le reste du corps est blanc.

Dans cet oiseau, il sort une infinité de vaisseaux droits du cercle vasculaire que nous venons de décrire dans les poissons, qui embrasse le vitré dans son union avec la rétine, & que les oiseaux ont à-peu-près semblable & dans la même place.

Du cercle vasculaire de l'oiseau dont je viens de parler, sortoient des rayons sans nombre, généralement droits & simples, il y en avoit par-tout aussi d'arqués, d'obliques & de rameux ; ils s'attachoient tous au cristallin, plus en arrière que les rayons ciliaires. Je les comparai avec ces rayons, & même avec les petits rayons intermédiaires qui ne s'élèvent point, & je les trouvai beaucoup plus petits & plus nombreux.

Je m'assurai, par l'inspection de cet oiseau, que c'étoient des vaisseaux, parce qu'il y en avoit de semblables sur le vitré qui venoient de sa grande circonférence & qui se rendoient dans son cercle vasculaire : les rayons ciliaires n'auroient pu faire des impressions pareilles.

Mais la chose est bien plus simple dans les poissons; les poissons n'ont ni *corps ciliaires ni rayons*, *mais le cercle* vasculaire du vitré donne au *cristallin* un grand nombre de vaisseaux qui partent de la partie concave du cercle & qui se rendent en forme de rayons au cristallin, où je les ai suivis dans la capsule; dans le ferrat, qui me paroît une espèce de carpe, ils sont très-difficiles à voir, à cause que l'uvée est collée au vitré; & qu'en ôtant l'uvée pour découvrir la partie du vitré attachée au cristallin, on en déchire la membrane; je n'ai réussi que deux ou trois fois à détacher l'une sans déchirer cette tunique du vitré.

Il me paroît très-apparent que *le* cercle du vitré se trouvant dans les trois classes d'animaux (en y comptant le cercle de la rétine des quadrupèdes), & donnant dans deux de ces classes des vaisseaux au cristallin, que les quadrupè-

des tiennent leurs vaisseaux antérieurs du même cercle.

Pour les vaisseaux postérieurs, les quadrupèdes les tirent du vaisseau central de la rétine : comme M. Albinus a découvert ces vaisseaux dans les oiseaux ils les reçoivent apparemment par le peigne qui s'attache au cristallin, & dont tous les feuillets ont un grand vaisseau rempli de sang qui sort de l'attache du nerf optique & qui suit la longueur du pli; mais tout cela, & même ce que je viens de dire sur les vaisseaux du cristallin des poissons, n'est encore qu'ébauché & demande à être vérifié.

SECTION VI.

Les trois lames de la Choroïde.

Cette membrane a dans les poissons une structure bien différente de celle des quadrupèdes, dans ceux-ci il est douteux que la lame interne de la choroïde forme une membrane distincte; dans les poissons, il n'y a aucun doute sur cette division.

La véritable choroïde des poissons *est argentée* dans toutes les espèces que j'ai vues; elle commence à l'endroit où le nerf optique a percé la sclérotique : elle

est fort lâche, fort foible, & se déchire fort aisément, elle forme l'iris ou la membrane antérieure de l'anneau pupillaire.

La *membrane noire* des poissons répond à la ruyschienne, elle enveloppe, comme j'ai déjà eu occasion de le dire, le nerf optique à son entrée.

Elle est fort épaisse dans le fond de l'œil, extérieurement lâche & vasculeuse, raboteuse intérieurement, & semblable à du cuir, souvent parsemée de petits poils; elle est couverte d'une mucosité de couleur de tabac, qui couvre abondamment la surface opposée à la rétine, & qui s'attache à la rétine même.

Mais il y a dans les poissons une troisième tunique placée entre les deux membranes que je viens de décrire, c'est la *membrane vasculaire*; elle est fine, mais aisée à démontrer, elle part des enveloppes du nerf optique, un peu au-delà de la naissance de la membrane argentée, & elle forme un entonnoir autour de la moitié postérieure de la membrane noire.

Je l'appelle *vasculaire*, à cause d'une artère & d'une veine considérable qui percent la sclérotique, & qui, divisées

en deux branches principales, se collent à la circonférence de cet entonnoir, au bord postérieur de l'organe que je vais expliquer : ces vaisseaux sont remplis de sang ; ils donnent une quantité prodigieuse de rameaux qui se divisent & se subdivisent comme les branches des champignons coralloïdes, & qui se plongent dans l'organe que je vais décrire : il n'en ressort aucun pour rentrer dans la tunique noire.

L'organe dont je parle est peu connu encore ; Icovius l'a pris pour une glande dont il ignore l'usage, & Derham (1) pour un muscle auquel il attribue l'usage de changer la longueur de l'œil ; c'est un anneau incomplet en fer à cheval, d'un rouge très-vif, plat, couvert d'une membrane luisante ; par-tout également large, il fait un peu moins que la circonférence de l'attache de la membrane vasculaire à la membrane noire, & les deux extrémités peu éloignées l'une de l'autre, se terminent en cul-de-sac : j'ai trouvé cet anneau dans tous les poissons ; la carpe en a un autre beaucoup plus petit, placé presque perpendiculairement dans l'intervalle qu'il y a d'une extrémité à

(1) Physical. theolog. *lib. XVIII*, *cap. II*, *p. 104*.

l'autre. Il reſſemble quand il eſt frais, à une gelée rouge, ou à un tiſſu cellulaire abreuvé de ſang, & ſur-tout à la cellulofité, qui dans les oiſeaux aquatiques tient lieu de ligament ciliaire : il y a un fillon triangulaire fort évaſé, préparé dans la membrane noire, & fait pour recevoir cet organe, mais il s'y attache fort légèrement : quand il a été macéré dans l'eau-de-vie, il reſſemble à un muſcle. *Il ſe ſépare en lames parallèles*, qui elles-mêmes ſont formées par des fibres droites parallèles entr'elles, & on y voit des vaiſſeaux innombrables ſe diviſer dans leurs intervalles.

Il eſt bien difficile de déterminer la nature de cet organe : le nombre des vaiſſeaux qui vont s'y rendre & qui en ſortent, la couleur même fait ſoupçonner qu'il a du rapport à la circulation du ſang.

La Nature affecte la forme circulaire dans l'œil ; j'ai cité le cercle du vitré. Il y a un cercle veineux un peu plus en avant de la membrane noire, bien marqué dans le héron, dans le coq d'Inde & dans le canard ſauvage ; dans le dernier de ces animaux, il eſt de la plus grande beauté : ce ſont trois cercles rouges fort apparens, & placés l'un à côté

de l'autre, formés par des vaisseaux de la ruyschienne, qui se détournent de leur ligne droite naturelle, & se vont continuer à ces cercles : l'entre-deux de ces cercles est rayé & couvert d'une cellulaire rouge, comme l'organe dont nous venons de parler ; l'intérieur est rayé, & fait le commencement du corps ciliaire : il y a un autre cercle vasculaire dans les mêmes oiseaux plus en avant, & à la circonférence de l'uvée ; il est formé par les artères longues de la choroïde, à-peu-près comme dans l'homme.

Mais le cercle dont nous parlons, se distingue de tous ces cercles vasculaires par sa grandeur, qui les surpasse infiniment, par l'épaisseur de sa substance & par les lames charnues dont il est composé; c'est un véritable muscle laminé & fibreux de la nature des sphincters : s'il se raccourcit, il paroît tirer la ruyschienne contre le nerf optique, & comme le cristallin y est attaché, il doit suivre & se rapprocher de la rétine. Les poissons carnaciers, tels que la truite & le saumon, voient de loin leur proie, c'est apparemment pour la mieux distinguer, que le cristallin se rapproche du nerf optique, & que l'œil s'accourcit : il

s'ensuit que le pinceau de rayons ne se ferme pas entre la rétine & le cristallin, mais qu'il se prolonge jusqu'à cette membrane. C'est un peu au-delà de ce cercle que la tunique argentée va s'attacher à la membrane noire, à laquelle elle va servir d'enveloppe extérieure; c'est elle qui forme l'iris, & la membrane noire produit l'uvée.

Je n'ai point trouvé de *tapis* aux poissons & aux oiseaux que j'ai disséqués; il manque aussi au cochon, au lièvre, & à plusieurs autres quadrupèdes.

SECTION VII.

Sur l'Uvée & le Corps ciliaire.

Dans les poissons, l'iris est fort distinct de l'uvée, il est ordinairement argenté, on le sépare sans peine de l'uvée qui est brune, & qui a des vaisseaux rouges, dans lesquels je n'ai point remarqué de direction particulière.

L'uvée a des fibres assez mal marquées, & je n'ai point vu de contraction à la prunelle des poissons que j'irritois; elle est également insensible aux variations de la lumière, comme je l'ai souvent vu, en exposant des poissons en vie à la forte flamme d'une bougie fort voisine, & en

observant l'œil pendant que cette bougie s'éloignoit. Je vais rapporter ici un phénomène bien singulier, & qui ne m'a réussi qu'une fois, mais que j'ai vu bien réellement.

Je disséquois les yeux d'un jeune chat; la prunelle étoit extrêmement élargie, elle l'est dans tous les animaux morts ou mourans que j'ai vus; le cristallin en paroissoit opaque, je voulus lui rendre la transparence par la chaleur, à l'imitation de M. Petit: je mis l'œil sur un fourneau médiocrement chaud, & je le repris bientôt pour en continuer la dissection; c'étoit vingt-trois heures exactes après que l'animal eut été noyé: quelle fut ma surprise après une minute ou deux, en examinant cet œil, de trouver la prunelle rétrécie au dernier point, & l'iris d'une largeur qui me permit de voir cette admirable structure, dont l'homme est également orné: il y a dans l'iris un cercle extérieur qui paroît vasculeux. Les fibres s'étoient presque redressées par l'extension que l'iris avoit soufferte, & se rendoient de sa circonférence au cercle rayonné, qui est à quelque distance de la prunelle: ce cercle ressemble à la manière dont on peint les étoiles, c'est un polygone courbé

circulairement, dont les angles sont alternativement saillans & rentrans. Il est précisément le même dans l'homme, & il y donne comme dans le chat, de seconds rayons qui vont se terminer à la prunelle même. Un duvet fort fin recouvre ces fibres.

Ce mouvement arrivé tant d'heures après la mort, ne me réussit point dans d'autres chats du même âge, & l'explication du phénomène paroît bien difficile : c'est un nouvel exemple d'un mouvement animal très-régulier auquel on ne sauroit dire que l'ame ait eu la moindre part.

Quelque temps après, la prunelle se dilata d'elle-même, & ce fut sur-tout la distance du cercle rayonné de la prunelle même, qui s'augmenta.

Les quadrupèdes & les oiseaux ont le corps ciliaire, fait à-peu-près de même : ce sont des lignes qui partent de la choroïde en serpentant, qui s'élèvent peu-à-peu, se détachent à la fin de l'uvée, & se posent sur le cristallin; elles sont recouvertes dans plusieurs quadrupèdes, & sur-tout dans le cochon, d'un réseau admirable, à mailles serrées & presque carrées; je l'ai retrouvé dans le canard sauvage : dans le lièvre, ce sont

des membranes flottantes qui, après s'être élevées, redeviennent plus étroites, & s'attachent à des fibres de l'uvée, comme des drapeaux à demi déployés autour de la pique.

On a beaucoup disputé sur ce corps ciliaire, & on l'a regardé même assez généralement comme une espèce de muscle propre à pousser le cristallin contre la cornée, & par conséquent à faire rencontrer sur cette dernière membrane des rayons qui, sans ce mouvement, se seroient réunis avant que d'arriver jusqu'à elle.

M. Zinn a cru s'assurer que les floccons qui sont couchés sur le cristallin, ne s'y attachent point du tout; & je crois que c'est assez l'apparence qui s'offre dans les quadrupèdes & dans les oiseaux.

Mais comme j'ai eu des occasions réitérées de voir le cristallin déplacé, surtout dans les yeux des quadrupèdes trop long-temps conservés, je me suis occupé à chercher quelque lien qui puisse retenir le cristallin dans l'état naturel; il ne s'en offre aucun, dès qu'on abandonne le corps ciliaire: le vitré s'y attache à la vérité, par la zone ciliaire qui forme le cercle godronné de Petit; mais le vitré lui-même n'a rien qui l'attache dans

les quadrupèdes ; à peine lui connoît-on quelques vaiſſeaux par une eſpèce de conjecture ; il n'y auroit donc pour retenir le criſtallin que le vaiſſeau central, ſi foible, ſi long & ſi aiſé à plier.

Tout bien conſidéré, je ſoupçonne, malgré les apparences contraires dans l'œil du cadavre, que le corps ciliaire eſt fait en partie pour ſoutenir le criſtallin ; ſes rayons paroiſſent tenir à la capſule du criſtallin par la colle noire, qui dans le vivant ſert apparemment à les ſouder jusqu'à un certain degré à cette capſule ; & leur tranchant s'engageant dans les ſillons du cercle godronné, paroît s'y coller encore par la même mucoſité noire.

L'Anatomie comparée vient ici à mon ſecours : dans le chat, le criſtallin tient à ces rayons aſſez fortement ; il les tiraille & les étend quand on l'éloigne. Il eſt vrai qu'on peut avec un pinceau fin, détacher ces mêmes rayons & les replier ; mais c'eſt apparemment en les décolant, car d'eux-mêmes ils ſoutiennent une violence aſſez conſidérable ſans abandonner le criſtallin. Dans le héron, la choſe eſt plus évidente ; cet animal a l'œil fort grand, & ſur-tout fort large, & le criſtallin large dans la

même proportion. Dans cet animal, les rayons ciliaires s'attachent inséparablement à la capsule, à une distance considérable plus en-devant & en-dedans que son plus grand cercle.

Mais dans ce même héron, un œil laissé dans la tête pendant quatre jours, a eu le cristallin mobile, & les rayons ciliaires entièrement détachés comme dans les quadrupèdes.

Si donc la pourriture détache le cristallin & le rend roulant, c'est en dissolvant la mucosité noire, qui dans les mêmes sujets, rend alors l'humeur aqueuse d'une couleur de café, & qui par conséquent décole les rayons ciliaires, & d'avec le cristallin & d'avec la zone ciliaire.

Si dans les cadavres les rayons ciliaires plient ou se laissent détacher, je suis persuadé que c'est un commencement de pourriture qui les a décolés dans les sujets qu'a vus M. Zinn, & que j'ai vus.

SECTION VIII.

Sur la Cornée.

Je ne dis qu'un mot sur cette membrane, elle est fort plate dans les poissons, mais cela n'est pas général; la lotte

l'a aussi convexe que l'homme ; elle est fort mince dans les oiseaux aquatiques.

L'humeur aqueuse qu'on a dit manquer aux poissons, ne leur est pas tout-à-fait refusée, ils en ont tous, & quelques-uns d'eux considérablement, comme la lotte & même le saumon. Il est vrai qu'elle est visqueuse dans une partie des poissons, mais elle est bien fluide dans le saumon. L'humeur vitrée est glutineuse au point de se laisser dépouiller de sa membrane, & de se soutenir dans cet état. Je n'ai point disséqué de chouette : le quadrupède qui m'a paru avoir le plus d'humeur aqueuse, c'est le lièvre, sa cornée est aussi la plus convexe.

La sclérotique des oiseaux aquatiques est composée de deux lames ; l'extérieure est membraneuse, l'intérieure est de corne fine & transparente ; elle s'unit avec la cornée par un biseau très-apparent, en remontant sur elle extérieurement. Dans le lièvre, elle renferme la sclérotique & se prolonge, & le long de l'intérieur de cette membrane, & le long de sa surface extérieure ; l'extrémité de la sclérotique s'insinue entre les deux prolongations de la cornée, la cornée y est fort épaisse, & ses lames innombrables. Dans le saumon,

la sclérotique est un cartilage de plus d'une ligne d'épaisseur, près de l'entrée du nerf optique : dans tous les poissons, elle tient du cartilage, & même de l'os, à quelque distance de l'uvée.

Je n'ai encore disséqué que quatre espèces de truites, le saumon, la truite du lac Leman, la petite truite des Alpes & l'ombre chevalier, qui a le même caractère. J'ai disséqué encore trois carpes, la carpe ordinaire, le munier & le senat.

La tanche & la perche sont les autres poissons dont je me suis servi.

MÉMOIRE

Sur les Salines de Franche-Comté, sur les défauts des Sels en pain qu'on y débite, & sur les moyens de les corriger.

Par M. DE MONTIGNY.

21 Avril 1762.

J'AI rassemblé dans ce Mémoire les résultats d'un très-grand nombre d'expériences & d'opérations que j'ai exécutées par ordre du Roi en 1760 & 1761 aux Salines de Franche-Comté, à l'oc-

casion de quelques plaintes portées à Sa Majesté contre la mauvaise qualité des sels de Montmorot. Ces plaintes contenues, tant dans les Remontrances faites au mois d'Août 1759, qu'en différens Mémoires adressés à M. le Contrôleur général, portent en substance : « Que » les salines de Montmorot produisent » un sel pierreux & corrosif, qui donne » un mauvais goût aux fromages; que » les habitans des montagnes obligés de » s'en servir, éprouvent une diminution » considérable dans le débit des froma- » ges, principale branche de leur com- » merce, source presque unique de leurs » revenus; que si l'on emploie le sel de » Montmorot en quantité suffisante pour » pénétrer la pâte des fromages, son » acrimonie les brûle, les dessèche, & » leur donne une amertume insupporta- » ble; que si pour éviter ces accidens on » emploie une moindre quantité de sel, » on tombe dans un autre inconvénient » qui n'est pas moins préjudiciable, » qu'alors il se forme sur toutes les sur- » faces une croûte dure, au-delà de la- » quelle le sel ne pénètre pas, que les » extrémités sont amères & arides, & » que le dedans n'étant imprégné d'au- » cune partie saline, se corrompt aisé-

» ment; que ces inconvéniens causent
» des pertes irréparables; qu'il en est
» à-peu-près de même des viandes sa-
» lées; qu'enfin les habitans de la Pro-
» vince accoutumés à donner du sel aux
» bestiaux, observent que l'usage du sel
» de Montmorot leur est pernicieux,
» qu'il occasionne des maladies, & la
» mortalité des nourrissons, d'où résulte
» la rareté & la cherté du bétail en
» Franche-Comté.

Des objets de cette importance ne pouvoient pas manquer de fixer l'attention du Ministère. M. de Trudaine, Intendant des Finances, l'un des Honoraires de cette Académie, dont le zèle pour le bien de l'Etat, & pour le progrès des Sciences, ne laisse échapper aucune occasion de diriger nos travaux à l'utilité publique, ayant proposé à M. le Contrôleur général de faire examiner à Paris les sels & les eaux salées des salines de Salins & de Montmorot, je fus chargé de ce travail conjointement avec M. Hellot: en même temps M. Desnans, Conseiller honoraire au Parlement de Franche-Comté, Commissaire du Roi aux salines de cette Province, Membre de l'Académie de Besançon, fut chargé d'envoyer à Paris quelques livres de

différens sels qui se fabriquent, tant en pains, qu'en gros & petits grains aux salines de Salins & de Montmorot, avec plusieurs bouteilles remplies des eaux des différentes sources salées de ces deux endroits. Cet envoi nous fut remis au mois de Mars 1760, & peu-après nous en reçûmes un second fait par le Fermier général de tournée qui se trouvoit alors aux salines; je fais mention de ces deux envois, parce que nous y trouvâmes des différences assez remarquables pour penser qu'on ne pourroit connoître bien complètement les défauts des sels, & particulièrement des sels en pain, qu'en examinant leur formation sur les lieux même dans le travail en grand.

Principes contenus dans les eaux. Le temps ne me permet pas d'entrer ici dans le détail des expériences que nous avons faites à Paris séparément, & que nous avons ensuite répétées ensemble, M. Hellot & moi, pour analyser les eaux, & pour comparer les sels des deux salines de Franche-Comté, j'en exposerai seulement les résultats; les expériences nous ont fait connoître que les eaux de tous les puits salés, tant de Salins que de Montmorot, contiennent en dissolution avec le sel marin ou *sel gem-*

me, des gypses ou sélénites gypseuses, sels composés de l'acide vitriolique engagé dans une base terreuse du sel de Glauber (sel composé de l'acide vitriolique uni à la base du sel marin), des sels déliquescens, composés de l'acide marin engagé dans une base terreuse; une terre alkaline très-blanche que l'on sépare du sel gemme lorsqu'on le tient long-temps en fusion dans un creuset, enfin une espèce de glaise très-fine, & quelques parties grasses bitumineuses ayant une forte odeur de pétrole. Les eaux de toutes les sources salées de Salins, qui se rassemblent dans le puits d'Amont, dans le puits à Gray, & dans le puits à Muire, de même les eaux du puits de Lons-le-Saunier, de l'étang du Saloir & du pré Cornoz qui fournissent la saline de Montmorot, nous ont paru constamment imprégnées de ces différentes matières salines en plus ou moins grande quantité: les unes sont chargées de beaucoup de gypse, telles que les eaux du puits de Lons-le-Saunier, foibles en salure; d'autres plus salées sont très-amères, à raison du sel de Glauber qu'elles contiennent, enfin toutes ces eaux, sans excepter aucune des sources de Salins ni de Montmorot, portent un principe alkali

ſurabondant qui ſe manifeſte en ce qu'elles teignent en vert le ſirop violat, en ce qu'elles rétabliſſent la teinture de tourneſol rougie par un acide, en ce qu'elles abſorbent des quantités ſenſibles d'acide végétal avant que de donner aucun ſigne d'acidité, c'eſt cette même terre alkaline dont j'ai parlé ci-deſſus : devenue ſoluble par ſon union avec un acide, elle paſſe à travers les filtres ; mais n'étant point ſaturée par cet acide, elle agit dans toutes les eaux comme terre abſorbante ; en effet, quand on y mêle des ſolutions de vitriol vert, de vitriol bleu & autres ſels métalliques, elle les décompoſe & précipite leur baſe, parce que les acides ont moins d'affinité avec les ſubſtances métalliques, qu'avec les terres abſorbantes ; par un grand nombre d'expériences dont je ſupprime le détail, j'ai démontré l'exiſtence de cet alkali terreux ſurabondant, non-ſeulement dans les eaux des puits cités ci-deſſus, mais dans chacune des ſources & des filets d'eau ſalée qui s'y joignent, après les avoir ſcrupuleuſement examinées en les faiſant paſſer en même temps par les mêmes épreuves. Cette obſervation ſuffiroit ſeule pour établir que les eaux ni les ſels des ſalines de Franche-

Comté, soit de Salins, soit de Montmorot, ne peuvent être mêlés d'aucun vitriol de fer, de cuivre ou de zinc, &c. parce que cette terre alkaline doit enlever l'acide vitriolique des bases métalliques auxquelles il seroit uni dans la terre; d'ailleurs ces sels métalliques, si les eaux en apportoient, seroient décomposés pendant l'ébullition dans les poëles où l'on forme le sel; & pour qu'il en restât quelque atôme, il faudroit que toute la terre alkaline fût saturée, ce qui n'arrive pas, les eaux grasses, c'est-à-dire, les eaux qui restent à la fin des cuites, donnant les mêmes marques d'alkalicité que les eaux des sources, prises au débouché de leurs canaux souterrains.

Imperfection du sel en petits grains. Les sels en petits grains, tant de Salins que de Montmorot, se sont trouvés pareillement surchargés d'un alkali terreux; leurs solutions teignent constamment en vert le sirop violat, absorbent des quantités sensibles d'acide végétal, rétablissent la teinture de tournesol rougie par un acide: ces sels ne sont donc pas dans l'état de neutralité parfaite qui convient au sel-marin, & qu'on trouve dans le sel de mer.

Pureté du sel à gros grains. Le sel à

gros grains de Montmorot eſt le ſeul que nous ayons trouvé parfaitement neutre ; le ſirop violat mêlé avec ſa ſolution, y conſerve ſa couleur bleue pendant pluſieurs jours, comme avec la ſolution du ſel de mer, qui, dans toutes les épreuves, a toujours ſervi de terme de comparaiſon ; on ne voit ni dans l'une ni dans l'autre aucun indice d'alkali ſurabondant : ce ſel tiré des mêmes eaux que le ſel à petits grains, mais formé par une évaporation beaucoup plus lente, vient en criſtaux plus gros, très-réguliers, & en même temps beaucoup plus purs : on l'obtient par une chaleur, telle que la main plongée dans la muire peut la ſupporter ; au lieu que les ſels en menus grains ſe forment dans une muire toujours bouillante, & viennent en petits criſtaux mal figurés : ſi les eaux des fontaines ſalées ne contenoit que du ſel gemme en diſſolution, l'évaporation de ces eaux plus lente ou plus prompte n'influeroit en rien ſur la pureté du ſel.

Mais lorſqu'elles ſont chargées de matières étrangères, comme les ſources de Franche-Comté, on ne peut parvenir à bien ſéparer les différentes ſubſtances

salines, que par une très-lente évaporation; au contraire on les mêle ensemble quand on les fouette sans cesse par une forte ébullition, comme il arrive dans la formation des sels à menus grains de Salins, & de Montmorot.

Défauts du sel en pain. C'est avec ces sels très-inférieurs en qualité au sel à gros grains de Montmorot, qu'on fabrique dans l'une & dans l'autre saline les sels en pain, dont l'usage est général dans toute la Franche-Comté : ces pains sont de différens moules & de différens poids, depuis deux livres & demie jusqu'à dix-huit livres; pour les former on détrempe le sel à menu grain avec de l'eau grasse; on appelle ainsi l'eau qui reste à la fin des cuites après l'extraction du sel, soit qu'on la prenne au fond des poêles ou dans les bassins qui recoivent les égouts des sels : cette eau, de couleur jaunâtre, plus ou moins épaisse, coulant comme de l'huile, est très-piquante, très-amère & d'une saveur presqu'insoutenable; il faut la distinguer de l'eau-mère qui en fait partie, en ce que celle-ci ne contient plus que des sels déliquescens à base terreuse, qu'on ne peut avoir en cristaux; au lieu que l'eau grasse contient

encore des ſels criſtalliſables : dans l'analyſe que nous en avons faite, elle a fourni du ſel marin, des ſélénites, du ſel de Glauber, du ſel marin à baſe terreuſe, une terre calcaire & des matières graſſes : ces différentes ſubſtances y ſont unies de manière qu'il eſt aſſez difficile de les ſéparer.

Formation des pains de ſel. Le ſel à menu grain étant bien abreuvé de ces eaux impures, on l'accumule dans un moule de bois étalonné, on le bat avec les mains pour lui donner un premier degré de conſiſtance, on le tire du moule en le renverſant & le faiſant tourner ſur une écuelle plate garnie de ſel, d'où on l'enlève en le faiſant couler avec la main : à meſure que les pains ſortent du moule, on les met égoutter ſur un lit de ſel, & peu de temps après on les range par files ſur des lits de braiſes ardentes, où ils reſtent pendant vingt-cinq, trente & même quarante heures, juſqu'à ce qu'ils aient acquis la ſéchereſſe & la dureté néceſſaires pour réſiſter au tranſport ; telle eſt la formation du ſel en pain que tous les corps & toutes les communautés du comté de Bourgogne préfèrent depuis long-temps aux ſels criſtalliſés, fabri-

qués

qués dans les mêmes ſalines pour les cantons Suiſſes. Les raiſons de préférence conſiſtent, 1°. en ce que cette forme garantit le ſel de l'humidité qu'il contracte aiſément en reſtant à l'air; les pains renfermant une aſſez grande quantité de ſel ſous une petite ſurface, donnent moins de priſe aux vapeurs aqueuſes répandues dans l'air, que ne feroit la ſomme de toutes les petites ſurfaces ſéparées d'une pareille maſſe de ſel en grains: 2°. ces pains formés dans des moules étalonnés, préviennent les embarras & les diſcuſſions qui peuvent arriver dans le meſurage des ſels en grains: 3°. ils ne ſont point ſujets aux infidélités que pourroient commettre les Voituriers ou ceux qui diſtribuent les ſels de la ſeconde main; mais ces avantages ſont plus que compenſés, par pluſieurs défauts eſſentiels qui les rendent très-inférieurs en qualité & beaucoup moins propres aux uſages domeſtiques que les ſels formés en criſtaux.

Premiérement, on n'emploie à la formation des pains que du ſel à menus grains, ou plutôt du ſel formé en flocons dans une eau preſque toujours bouillante, dont le grand mouvement nuit à la ſéparation des matières qui

flottent avec le ſel dans ces mêmes eaux ; ce ſel n'eſt jamais parfaitement neutre, on trouve des parties calcaires & des aiguilles gypſeuſes dans ſa ſolution.

Secondement, pour unir enſemble les grains de ce ſel, on les abreuve, on les détrempe, comme je l'ai déjà dit, avec l'eau qui reſte à la fin des cuites, & qui contient par conſéquent toutes *les impuretés* que portent les eaux ſalées ; on remêle donc avec le ſel, & l'on enferme dans l'intérieur des pains le ſel de Glauber, les ſélénites, les ſels déliqueſcens, les parties calcaires & les matières graſſes qu'on en avoit ſéparées dans les poêles ; on les fixe dans la partie intérieure des pains par le deſſéchement ſur la braiſe. Dans les nombreuſes analyſes que j'ai faites des ſels en pain, ſoit de Salins, ſoit de Montmorot, j'ai conſtamment trouvé ces différentes matières mêlées en différentes proportions, mais toujours en petite quantité, relativement à ce qu'ils contiennent de ſel marin.

Troiſièmement, lorſqu'on deſsèche les pains de ſel ſur des braiſes ardentes, on leur fait ſubir une ſorte de calcination qui les altère & les décompoſe en partie ; l'eau qui s'en dégage entraîne avec

elle une petite portion de l'acide marin, essentielle à ce sel neutre : on augmente cette décomposition par la combustion des matières grasses qui se consument dans la partie inférieure des pains ; elles y laissent souvent un charbon empyreumatique de très-mauvaise odeur : enfin l'application immédiate du feu sur une partie du pain de sel, occasionne une combinaison nouvelle du phlogistique des charbons avec la base alkali du sel marin dont l'acide est dégagé ; c'est un *hepar sulphuris* (foie de soufre) qui se forme au contact du pain de sel avec la braise. On s'en appercoit aisément en travaillant les solutions de sel en pain. M'étant souvent attaché à convertir des quantités données de ce sel en cristaux réguliers & parfaits, j'ai constamment observé que les cuillers d'argent, dont je me servois pour enlever les sels grainés à mesure qu'ils se formoient dans les capsules, se ternissoient en peu de temps & se couvroient de grandes taches noires, comme il arrive lorsque l'argent est exposé à la vapeur du soufre, ou lorsqu'il est trempé dans une solution d'*hepar*. Enfin lorsqu'on dissout les pains de sel, on en sépare, au moyen des filtres, quelques gros de cendres & de

charbon qui restent toujours incrustés dans leur partie basse. Tous les défauts que je viens d'exposer, appartiennent également aux sels de Salins & de Montmorot; mais il en est d'autres qui les distinguent, & d'autres encore qui leur sont communs, qu'on ne pouvoit appercevoir que dans la province: ceux-ci dépendent des mauvaises manipulations, presque *inévitables* dans le travail en grand. Les pains de sel envoyés à Paris n'étoient pas choisis parmi les plus imparfaits; & les matières étrangères que nous en avons tirées, M. Hellot & moi, étoient en trop petite quantité pour qu'on pût leur attribuer tous les mauvais effets énoncés dans les plaintes du Parlement de Besançon; mais il nous étoit facile d'appercevoir que tous ces défauts pouvoient être souvent augmentés par la négligence des préposés à la formation des sels: que si, par exemple, on n'enlevoit point exactement tout le schelot, c'est à-dire le gypse qui se précipite au fond des poêles avant la formation du sel dans le travail en grand; ce gypse tiré par le rable au bord de la poêle & mêlé dans le sel à la fin des cuites, peut occasionner quelquefois un mêlange de plusieurs onces de gypse pri-

ſes dans l'intérieur d'un pain de ſel ; qu'il peut en être de même du ſel de Glauber & des ſels à baſe terreuſe, lorſque les cuites ſont pouſſées trop loin, c'eſt-à-dire lorſque l'on continue la réduction des eaux ; comme il arrive ſouvent, juſqu'à la coagulation de l'eau graſſe & même de l'eau mère. Le mêlange de ſel de Glauber, de gypſe, de bitume & de ſel marin à baſe terreuſe qui vient par la réduction de ces eaux, eſt d'une amertume inexprimable : le rable dont on ſe ſert pour tirer le ſel précédemment formé, amène en même temps ce *coagulum ;* on l'emploie, ſans le ſavoir, dans les pains de ſel, & malheur à ceux à qui ces pains tombent en partage ; la coloquinte n'eſt pas plus amère. On peut toujours craindre ces ſortes de négligences, lorſqu'elles ne ſont pas directement contraires aux intérêts de ceux qui gouvernent les opérations en grand.

Des pains de ſel viciés par de pareils mêlanges, produiroient tous les inconvéniens dont on s'eſt plaint : le ſel de Glauber pénétrant dans la pâte des fromages, y porteroit ſon amertume, de même que les ſels déliqueſcens : le gypſe arrêté & endurci ſur la croûte extérieure, empêcheroit à la longue le

ſel marin de pénétrer au dedans, en formant à la ſurface des fromages un enduit plâtreux. Enfin toutes ces matières, plus propres à gâter les viandes qu'à les préſerver de la corruption, leur communiqueroient un très-mauvais goût : il étoit donc néceſſaire d'examiner la formation des ſels dans les ſalines même, d'y bien régler les opérations qui ſéparent ces différentes ſubſtances, d'y établir les procédés & les précautions convenables pour empêcher tout mêlange qui pourroit altérer la pureté du ſel marin; enfin, de ne point abandonner la formation des ſels à des Subalternes qui n'en connoiſſent que les opérations mécaniques, & qui peuvent, avec toute la bonne volonté poſſible, gâter des ſels qu'il eſt facile de rendre plus purs même que le ſel de mer.

C'eſt dans cette vue que M. le Contrôleur général me fit l'honneur de m'adreſſer, au mois de Juillet 1760, des ordres du Roi pour me rendre aux ſalines de Franche-comté, à l'effet d'y conſtater, par de nouvelles épreuves, la nature & la qualité des matières contenues dans les ſources ſalées, & d'examiner la formation des ſels, tant pour en reconnoître les défauts que

pour chercher les moyens de le corriger. Les salines de France n'ayant jamais subi d'examen chimique, l'intention du Ministère étoit de faire servir à l'instruction des Formateurs des sels & du public, les analyses dont j'étois chargé, afin de connoître à fond cette matière & de détruire différens préjugés qu'avoient fait naître les défauts observés dans les pains de sel de Montmorot.

Arrivé à Besançon, je concertai avec M. de Boyne, alors intendant de la province & premier Président du Parlement, les mesures convenables pour donner à ce travail l'authenticité nécessaire. Quatre personnes instruites en Physique & en Chimie, distinguées par leur mérite, & généralement honorées de l'estime publique, furent députées aux salines, Mrs l'Ange & Rougnon, tous deux Professeurs en Médecine de l'Université de Besançon, nommés pour assister à toutes les épreuves, & avec eux, deux Maîtres en Pharmacie, chargés d'opérer sous ma direction, M. Goy, Membre de l'Académie de Besançon, & M. Rossigneux, Maître Apothicaire à Dôle.

Muni des instumens & de tous les vaisseaux nécessaires pour les analyses,

je me rendis à Salins avec M. Desnans, Commissaire du Conseil aux salines de Franche-Comté. Après avoir pris connoissance des opérations qui concourent à la formation des sels dans le travail en grand, je commençai par répéter publiquement les mêmes épreuves que j'avois faites à Paris pour constater la nature des différentes substances contenues dans les eaux salées. Ayant fait prendre séparément à leur orifice les eaux de toutes les sources & de tous les filets qui se rassemblent dans les puits, je les fis passer par les essais ordinaires; j'y joignis l'examen chimique des sédimens qu'elles déposent dans leurs rigoles; enfin je profitai de l'analyse qui se fait en grand dans les poêles où l'on évapore les eaux salées, pour décomposer & examiner successivement les différentes matières qui s'en séparent, telles que l'écume abondante qui paroît à la surface des muires avant l'ébullition, le schelot ou le gypse mêlé de sel d'Epsum & de parties calcaires, qu'une violente ébullition fait tomber au fond des poêles avant la cristallisation du sel marin, l'écaille en partie saline, en partie gypseuse qui s'accumule de cuite en cuite au fond des poêles,

formant une croûte épaisse & dure, qu'on ne peut arracher qu'à coups de marteau, enfin les eaux grasses que l'on réserve pour la formation des sels en pains; dans tous ces produits & dans toutes ces eaux, j'ai retrouvé les mêmes principes dont j'ai déjà fait l'énumération, & rien de plus, si ce n'est un peu d'huile grasse animale ou végétale, donnant dans les distillations une odeur empyreumatique très-désagréable, qu'on rencontre aussi quelquefois dans les pains de sel. J'ai trouvé dans toutes les eaux de Salins l'alkali surabondant dont j'ai déjà parlé ci-dessus: ce principe nuit à la séparation des matières salines; on s'en apperçoit dans le travail en petit lorsqu'on évapore les eaux des sources, soit au bain-marie, soit à la chaleur plus douce d'un air tempéré; la plus grande partie de leur sel vient en croûtes salines, où l'on voit très-distinctement, avec le microscope ou même avec la loupe, beaucoup de sel marin en trémuyes, des sélénites formées en aiguilles transparentes, & des lames de sel de Glauber; mais il est facile d'empêcher ce mêlange, en mettant la liqueur au point de saturation, par l'addition de quelques gouttes d'acide marin: les

différens sels viennent alors successivement en cristaux réguliers. L'acide du vinaigre & celui du petit lait aigri, qu'on nomme *azy*, m'ont également réussi dans ces épreuves : les Hollandois se servent de l'azy dans le travail en grand pour raffiner nos sels de mer & pour en rendre la cristallisation parfaite ; c'est par cet artifice qu'ils sont depuis longtemps en possession de fournir les meilleures salaisons de l'Europe : on pourroit également y réussir aux salines de *Franche-Comté*.

Sédimens des sources. Les sédimens déposés dans les rigoles des eaux de Salins & de Montmorot ne m'ont fourni d'autre matière métallique que de l'ocre rouge, que j'ai réduit en fer attirable par l'aiman, en le poussant au feu dans un creuset, après l'avoir mêlé avec de la poudre de charbon pour lui rendre du phlogistique. Une seule de ces sources a présenté dans ses dépôts du fer attirable ; mais je n'ai point trouvé de fer en dissolution.

Dans l'application que j'ai faite de l'alkali volatil sur toutes les eaux en particulier, & sur les lessives de leurs sédimens, je n'ai jamais apperçu aucune teinte de bleu ; ce qui prouve qu'elles ne

contiennent point de cuivre. Jamais elles n'ont donné la couleur noire aux infusions de noix de gale ; d'où il résulte qu'elles ne contiennent point de fer. Jamais les substances que j'en ai retirées, en réduisant les sels à siccité, par la distillation (dans des cucurbites de verre) pour les pousser ensuite à feu nud dans des cornues luttées, ne m'ont donné aucun vestige de sel métallique, aucun sublimé. Jamais je n'ai blanchi les platines de cuivre, dont j'ai recouvert les creusets en poussant ces mêmes substances salines au feu de forge ; ce qui prouve qu'elles ne contiennent point de matière arsénicale. J'ai fait subir depuis les mêmes épreuves à toutes les substances tirées des eaux salées de Montmorot ; les resultats ont été les mêmes. Il est donc bien constaté que les eaux de Montmorot, non plus que celles de Salins, ne contiennent aucun sel métallique, aucun vitriol de fer, de cuivre ou de zinc : aucune substance mercurielle, antimoniale, ni arsénicale, enfin aucune substance pernicieuse. Quoique cette vérité fût suffisamment établie par les expériences que j'avois précédemment faites pour séparer les substances salines contenues dans ces sources, j'ai cru

devoir multiplier les essais, & employer tout les moyens connus pour détruire les préjugés répandus dans la Province contre la mauvaise qualité des eaux de Montmorot.

Les mêmes substances salines de Salins & de Montmorot, essayées au feu dans le creuset avec des matières grasses, n'ont jamais donné aucun signe de détonation ; d'où il résulte qu'elles ne contiennent point de nitre. Jamais il ne s'en est élevé aucune vapeur rouge dans les distillations. Enfin, lorsque j'ai versé séparément sur les eaux de toutes les sources de l'une & de l'autre saline la solution du sublimé corrosif par l'eau distillée, les mêlanges n'ont jamais produit aucune teinte de couleur orangée ; d'où il suit que le principe alkali, précédemment observé dans toutes ces eaux, n'est point un sel alkali fixe, mais une terre alkaline ou absorbante, comme je l'ai déjà dit ci-dessus : les détails de toutes ces épreuves, & des circonstances qui les ont accompagnées, seront réservés pour nos assemblées particulières. J'ai cru devoir réunir & présenter sous un même coup d'œil les particularités qui sont communes aux deux salines de Franche-Comté, afin d'éviter les répétitions.

Je passerois les bornes qui me sont prescrites, si je plaçois ici la description du travail en grand pour la cuite des eaux salées; le temps me permet à peine d'en exposer quelques résultats & mes principales observations sur les matières qu'on en sépare.

Examen du schelot, des écumes, &c. Dans les écumes que j'ai fait ramasser à la surface des muires, avant l'ébullition, j'ai trouvé beaucoup de sélénites fines & légères, liées & suspendues par des matières grasses; ces sélénites sont difficiles à fondre dans l'eau; je les ai dissoutes cependant en les faisant bouillir dans de l'eau distillée: ayant ensuite appliqué leur solution très-chaude sur une dissolution de mercure par l'esprit de nitre, elle a précipité le mercure en turbith minéral d'une belle couleur jaune, il en a été de même des dissolutions du schelot par l'eau bouillante: après l'avoir purgé par des lessives réitérées, tant à l'eau froide qu'à l'eau bouillante, du sel marin & du sel de Glauber qui s'y trouvent mêlés; il en résulte que ces substances terreuses en apparence sont des sels vitrioliques: en évaporant leurs solutions, je les ai cristallisées en aiguilles pareilles à celles qu'on

apperçoit en évaporant les eaux des sources ; ces aiguilles brillantes & transparentes deviennent d'un blanc opaque, lorsqu'on les met sur une pelle rouge ou dans la flamme d'une bougie, elles y rougissent sans se fondre ; enfin lorsque je détrempois ces substances avec un peu d'eau, après les avoir calcinées au creuset, elles absorboient avec avidité le fluide, & prenoient en peu de temps la dureté du plâtre. C'est donc un véritable gypse ; & je me suis assuré *qu'on* pourroit en faire de très-bons enduits, si les gypses ne se trouvoient pas abondamment aux environs des salines ; ces gypses sont formés de l'acide vitriolique engagé dans une base terreuse qui leur est propre ; c'est la même substance gypseuse qui forme les incrustations des épines qu'on voit aux bâtimens de graduation de Montmorot ; c'est elle aussi qui forme les stalactites qu'on apperçoit en quelques endroits sous les bassins des mêmes bâtimens. Je n'ai point négligé l'examen chimique de toutes ces matières ; ces stalactites & ces incrustations calcinées prennent avec l'eau la dureté des plâtres, elles sont solubles dans l'eau bouillante avant la calcination, & leur solution chaude précipite en turbith mi-

néral la diſſolution de mercure par l'acide nitreux. Il en eſt de même de la partie terreuſe qui s'accumule, s'attache & s'endurcit avec le ſel au fond des poêles.

Le gypſe des eaux de Montmorot diffère de celui de Salins par ſa couleur cendrée qui domine dans le ſchelot & dans l'écaille ; celui des eaux de Salins eſt très-blanc, en ſorte qu'on peut en laiſſer avec le ſel, ſans que ſa blancheur en ſoit altérée. Il n'en eſt pas de même de celui de Montmorot ; ſi on en laiſſoit au fond des poêles, on trouveroit dans les pains de ſel, comme il arrive quelquefois, des matières plâtreuſes de couleur griſe. La blancheur du gypſe le fait diſparoître dans l'intérieur des pains de ſel de Salins ; & c'eſt par cette raiſon que l'extraction du ſchelot ſe fait avec beaucoup plus de ſoin à Montmorot qu'à Salins.

Il faut une grande quantité d'eau pour diſſoudre les ſélénites & pour les tenir en diſſolution ; c'eſt par cette raiſon que les ſels gypſeux, contenus dans les eaux ſalées, viennent en forme concrète long-temps avant la formation du ſel marin ; on augmente alors le feu pour tenir les eaux dans une forte ébullition ;

les parties gypseuses condensées se réunissent & acquièrent bien-tôt assez de pesanteur pour tomber d'elles-mêmes au fond de la poêle; agitées & fouettées vers le milieu de la poêle par une violente ébullition, elles sont jettées sans cesse vers les bords où elles sont reçues, dans des bassins portatifs de tôle qu'on enlève lorsqu'on voit paroître sur la surface de la muire les premiers cristaux de sel marin.

Extraction du schelot. On n'employoit à Salins que douze bassins pour faire ce service; j'en ai fait mettre jusqu'à trente dans les poêles, autant qu'il en pouvoit tenir au long des bords; & je les ai vu constamment à toutes les cuites sortir de la poêle presque entièrement remplis de schelot; j'ai plus que doublé par ce moyen l'extraction d'une matière qui ne peut qu'altérer le sel, & qui n'est point faite pour entrer dans nos alimens.

Altération du sel par le gypse. Je me suis assuré, par beaucoup d'expériences en petit & en grand, que la saveur & la qualité du sel marin sont fort altérées par le mêlange du gypse lorsque les eaux ne reçoivent pas assez de chaleur pour en opérer la séparation: dans une évaporation lente, les sélénites

formées en aiguilles très-fines & presque insensibles, restent toujours suspendues dans la muire; elles s'unissent aux petites lames qui doivent former les cristaux de sel marin, & finalement elles se trouvent prises dans ses cristaux; alors la saveur du sel marin n'est plus la même, elle devient piquante & amère, & ce sel fondant sur la langue, y fait la même impression que s'il étoit mêlé de grains de sable, parce que le gypse est très-peu soluble. La figure du sel reste toujours la même, ses cristaux n'en sont pas moins réguliers, soit qu'ils se forment en cubes ou en trémuyes, mais leur transparence en est sensiblement altérée; le gypse de Salins les rend d'un blanc opaque, le gypse de Montmorot leur donne sa couleur grise: ce que j'en dis ici n'est point une conjecture, j'ai découvert & démontré ces altérations, en les produisant dans le sel de mer par des expériences faites exprès: j'ai reconnu, par de pareilles épreuves, des altérations singulières causées par le gypse dans le sel d'Epsum, mais je ne les rapporte point ici, pour ne pas m'écarter de mon sujet.

Défauts des sels de poêlons. Ces observations m'ont fait sentir combien est vicieuse la formation des sels de

poêlons que j'ai trouvée établie à Salins ; ſels dont on formoit à peu près le tiers des ſels en pains que cette ſaline débite dans la province. On nomme ainſi de petites poêles, qui contiennent à peu près le tiers des grandes, c'eſt-à-dire environ vingt-cinq à trente muids d'eau; elles ſont placées à la ſuite des grandes, & expoſées au courant de chaleur que l'air emporte hors des fourneaux : on a voulu profiter, pour former du ſel, de la chaleur qui ſe perdoit auparavant en ces endroits ; mais les poêlons, trop éloignés du foyer pour recevoir une chaleur ſuffiſante, ne laiſſent point tomber le ſchelot contenu dans les eaux, il y nâge & s'y mêle, comme je l'ai dit ci-deſſus, avec les criſtaux de ſel marin, auxquels il reſte intimément uni, ce qui produit dans le ſel des altérations parfaitement ſemblables à celles que j'avois formées dans le ſel de mer, en le criſtalliſant dans des ſolutions de gypſe : c'eſt ce qui m'a déterminé à faire détruire tous les poêlons de Salins lorſque j'y retournai en 1761, avec plein-pouvoir d'y ordonner tous les changemens que je croirois néceſſaires pour aſſurer la pureté des ſels. Au moyen de cette ſuppreſſion, on ne pourra plus employer,

pour former les pains, que des ſels qui auront été purgés dans les poêles par la précipitation du ſchelot. Les poêlons peuvent convenir aux ſalines où l'on forme des ſels à gros grains par une évaporation lente, pourvu qu'on n'y faſſe entrer que des eaux déja dépouillées de leur gypſe dans les poêles, en les tranſvaſant de l'une à l'autre. Depuis long-temps, on ne débite aucun ſel de poêlon dans la ſaline de Montmorot, par les raiſons dont j'ai parlé précédemment ; cette pratique a de plus l'inconvénient d'augmenter la conſommation du bois dans les fourneaux, pour fournir de très-mauvais ſel, car ce ſel eſt néceſſairement imprégné de toute la quantité de ſchelot contenue dans l'eau dont le poêlon a été chargé.

Quoique les habitans de la Franche-Comté n'aient point porté de plaintes directes contre les ſels de Salins, ils s'en plaignoient cependant ſans le ſavoir ; lorſque je ſuis arrivé dans cette Province, on y croyoit aſſez généralement que tout le ſel de Salins paſſoit en Suiſſe & qu'il étoit remplacé par du ſel de Montmorot, qu'on débitoit pour ſel de Salins. Si je rapporte ici cette erreur, facile à détruire par les faits, c'eſt pour

faire voir que les plaintes de la Province tomboient ſur les ſels de Salins comme ſur ceux de Montmorot.

Séparation de l'eau graſſe. L'exacte ſéparation des eaux graſſes eſt encore une condition très-néceſſaire pour aſſurer la pureté des ſels ; l'analyſe de ces eaux, faite à Salins, a fourni une aſſez grande quantité de ſel marin & beaucoup de *ſel d'Epſum*, tous deux altérés par le mêlange du gypſe enfermé dans leurs criſtaux ; l'eau-mère qui reſte après l'extraction de ces deux ſels, eſt preſque entièrement compoſée de ſel marin à baſe terreuſe ; fortement adhérent au flegme qui le tient en diſſolution, on le deſſèche avec peine, & il retombe très-promptement en liqueur : lorſqu'on pouſſe au feu, ſoit dans le creuſet, ſoit à la cornue, ce ſel provenant de la deſſication des eaux-mères, on le trouve accompagné de graiſſes minérales & végétales, les unes donnant une forte odeur de pétrole, & les autres des vapeurs blanches empyreumatiques très-déſagréables à l'odorat. Si l'on deſſèche de même le mêlange des ſels contenus dans les eaux graſſes pour le pouſſer au feu dans un creuſet, il en ſort pendant la combuſtion des matières graſ-

ſes, une piquante odeur de ſoufre ; l'acide vitriolique des ſélénites & du ſel de Glauber ſe dégageant alors de ſes baſes, s'unit au phlogiſtique des matières graſſes, & forme avec lui du ſoufre brûlant.

Les eaux graſſes de Montmorot contiennent les mêmes principes que celles de Salins, mais avec des différences remarquables ; premièrement, elles ſont beaucoup plus chargées de ſel de Glauber ; j'en ai fait ſouvent expoſer au froid pendant la nuit, les ayant fait prendre chaudes dans les poêles à la fin des cuites ; & lorſque la température de l'air étoit au plus à 2 ou 3 degrés au-deſſus de la glace, je ne manquois pas d'y trouver le lendemain une croûte épaiſſe de ſel d'Epſum attachée aux parois des vaſes qui les contenoient : ces mêmes eaux à Montmorot ſont auſſi plus chargés de matières graſſes animales & végétales qui ſont fournies par les bâtimens de graduation.

Les ſources de Montmorot étant très-foibles en ſalure, & les environs peu garnis de bois, on n'a pu reprendre l'exploitation de cette ſaline, pendant très-long-temps abandonnée, qu'à la faveur d'une ingénieuſe méthode, inventée &

pratiquée d'abord en Allemagne, pour concentrer les eaux ſalées par le ſeul mouvement de l'air. Des pompes mûes par un courant d'eau, élèvent les eaux ſalées dans des réſervoirs placés au haut d'un vaſte hangar long & étroit, d'où on les fait tomber par gouttes, au moyen de pluſieurs files de robinets; ſur des lits d'épines accumulées juſqu'à la hauteur d'environ dix-huit pieds; l'eau répandue en lames très-déliées, & diviſées preſqu'à l'infini ſur tous les branchages des épines, eſt reçue dans un vaſte baſſin formé de planches de ſapin jointives, qui ſert de baſe à tout le hangar: de ce baſſin, les mêmes eaux ſont relevées & reportées par d'autres pompes dans le réſervoir ſupérieur; on les fait ainſi paſſer & repaſſer à pluſieurs repriſes ſur les épines expoſées de tous côtés au vent & à l'air, dont la moindre agitation ſuffit pour produire une évaporation conſidérable, au moyen des ſurfaces multipliées que les eaux ſalées lui préſentent. Lorſqu'elles ont acquis, par cet artifice, onze à douze degrés de ſalure, c'eſt-à-dire, lorſqu'elles ſont en état de rendre environ douze livres de ſel par cent livres d'eau, on les fait couler dans les poêles de la ſaline

pour les évaporer au feu ; en cet état, les eaux de Montmorot sont encore inférieures en salure au degré naturel des eaux de Salins, dans un pays où les bois sont moins communs & plus chers. Il ne faut donc pas recourir à des vices, à des poisons imaginaires pour expliquer comment on a pu négliger pendant si long-temps le travail des sels à Montmorot. Avant que les bâtimens de graduation fussent en usage, ce travail auroit couté cinq à six fois plus qu'à Salins, dans des temps où la saline de Salins étoit plus que suffisante pour fournir à la consommation de toute la province, & en même temps à la vente étrangère, considérablement augmentée depuis le rétablissement de la saline de Montmorot.

Je reviens aux effets de ces bâtimens sur les eaux qui s'y concentrent : à force d'en laver les bassins & les épines, ces eaux limpides & sans couleur à leurs sources, prennent dans les bâtimens une couleur rougeâtre qui s'épaissit à mesure que les eaux s'évaporent ; cette teinture est si forte lorsque les épines sont neuves, qu'elle tache le sel en rouge, de façon qu'on est obligé de le rejetter & de perdre les eaux pendant plusieurs

mois : telle eſt la cauſe unique de cette teinte rougeâtre qu'on voit dans les eaux graſſes de Montmorot, & qui n'eſt point dans celles de Salins ; c'eſt elle qui produit les taches de rouge & d'orangé que l'on remarque dans les ſels d'eau graſſe, lorſqu'on évapore cette eau juſqu'à ſiccité. J'ai imité ces effets dans le cours de mes expériences ; j'ai fait infuſer ſéparément dans de l'eau de fontaine des épines coupées par morceaux & des copeaux de ſapin, ces infuſions ſe ſont chargées en peu de temps d'une couleur rouge épaiſſe, & je m'en ſuis ſervi pour tacher des ſels d'une grande blancheur. Outre cette teinture, les eaux ſalées prennent ſur les épines un mucilage qui les rend plus épaiſſes que celles de Salins, ainſi que les débris des épines & des inſectes qui pourriſſent dans les baſſins de graduation, lorſqu'on n'a pas ſoin de les purger des mouſſes & des végétaux qui nâgent ſur leur ſurface, des boues qui s'accumulent au dégorgement des pompes, enfin des ſédimens terreux dont leur fond ſe couvre à la longue. On doit les tenir dans la plus grande propreté.

Néceſſité de faire égoutter les ſels.

Lorſque la cuite des ſels eſt à ſa fin, le

le sel marin se trouve baigné dans les eaux grasses ; on l'en retire tout mouillé de ces eaux amères & piquantes qui lui communiquent leur mauvais goût jusqu'à ce qu'elles soient parfaitement égouttées. J'ai déja dit que ces eaux, tant à Salins qu'à Montmorot, étoient fort chargées de sel de Glauber, & par conséquent de sel d'Epsum, à cause du mêlange du sel marin ; on n'ignore pas que ces sels sont très-amers ; on sait aussi qu'ils se cristallisent très-promptement au froid. Exposer à l'air froid les sels mouillés sortant des poêles, c'est enduire tous leurs cristaux de sel d'Epsum. Il en est de chaque grain de sel marin comme d'une bouteille de verre trempée dans cette eau chaude, & portée au froid ; en peu d'instans elle paroît couverte d'une poudre saline très-amère, formée par une infinité de petits cristaux de sel d'Epsum ; ces petits cristaux s'unissent par leur contact, & collent ensemble les grains de sel marin. C'est ainsi que dans les temps froids, & pendant presque tout l'hiver, les sels destinés à la formation des pains étant portés dans les ouvroirs au sortir des poêles, se changent bien-tôt en une seule masse dure, d'où il coule très-peu d'eau grasse

dans les cuves destinées pour la recevoir; au lieu que ces cuves qui contiennent plus d'un muid & demi, en font deux fois remplies dans des temps plus doux, le sel restant alors en grains séparés & mobiles : delà vient que la formation des sels en pains est plus viciée pendant l'hiver que pendant l'été. On n'y devroit jamais employer, tant à Salins qu'à Montmorot, que des sels parfaitement égouttés; & pour satisfaire à cette condition, il faudroit établir dans les deux salines, comme on l'a fait à celles de Lorraine, des égouttoirs toujours chauds & toujours humides, où les sels restent vingt-quatre heures avant d'être portés dans les magasins. Il faudroit y construire assez de magasins pour pouvoir donner un dépôt de six semaines aux sels destinés à être en pain, comme on le donne aux sels destinés pour les Suisses. C'est une condition qu'ils exigent pour assurer la pureté de leurs sels, & qui réussit toujours en effet sur les sels en grain, parce que, dans cet intervalle, pour peu que l'air devienne humide, les sels déliquescens provenant des eaux grasses, tombent en liqueur, entraînant avec eux le sel de Glauber, qui est très-soluble.

Défauts des pains de sel en général.

On voit par les observations qui précèdent, que les sels employés en pains sont souvent remplis de gypses, comme tous ceux qui sortent des poêlons de Salins, & qu'ils peuvent être encore abondamment garnis de sel d'Epsum, sur-tout pendant d'hiver. Bien loin de corriger ces défauts, on ne fait que les augmenter en pêtrissant les pains avec l'eau grasse; cette eau chargée de tout le sel qu'elle peut dissoudre, ne doit rien prendre dans les pains de sel, au contraire, elle charge la dose des matières étrangères par le desséchement des pains: ceux de Montmorot sont sujets à une sorte d'odeur empyreumatique assez approchante de celle du pissat de chat; elle est causée par les mucilages & les matières grasses qui proviennent des bâtimens de graduation, & qui se consument dans l'interieur des pains lors du desséchement sur la braise après l'évaporation de la partie aqueuse. Ayant réalisé cette conjecture par des expériences, j'ai pensé qu'une évaporation lente, opérée par une chaleur plus douce, pourroit remédier à ce défaut; mais je savois en même temps qu'on n'auroit jamais que des pains très-impurs tant

qu'on employeroit les eaux grasses à leur formation.

Formation des pains de sel à l'eau douce. J'en ai supprimé l'usage par un moyen si facile & si simple, que je ne conçois pas comment il n'a pas été plutôt imaginé. J'ai pris du sel en grain bien épuré par un long dépôt & déja chargé, pour passer en Suisse, je l'ai fait détremper avec de l'eau douce, j'en ait fait pêtrir des pains de sel de différens moules, je les ai fait sécher sur la braise, & j'ai trouvé ces pains aussi solides, aussi durs que ceux qu'on formoit en même temps avec l'eau grasse. A Salins, où j'en ai fait les premiers essais, on croyoit que les parties onctueuses de l'eau grasse étoient nécessaires pour coaguler ensemble les grains de sel; j'ai pensé que pour les bien unir il suffisoit de mouiller leurs surfaces, de les presser l'une contre l'autre & de les sécher ensuite, le contact parfait des surfaces étant, comme on le sait d'ailleurs, la principale cause de l'adhérence des corps : j'ai vu presque en même temps que les parties onctueuses, loin de produire l'effet qu'on leur attribuoit, ne pouvoient servir qu'à diminuer l'adhérence des grains, parce qu'elles laissent des vuides entre leurs

surfaces, en se consumant dans l'intérieur des pains ; la formation à l'eau douce m'a mis en état de le démontrer. J'ai fait placer dans l'intérieur des pains, pendant qu'on les formoit à Salins avec de l'eau douce, des matières onctueuses & combustibles, des boules de savon, des gouttes d'huile, des gouttes de suif, des boules faites des sels onctueux qu'on tire des eaux grasses en les desséchant ; ayant fait scier ensuite ces pains de sel par le milieu, dans le plan de leur grand cercle, tous les endroits où j'avois fait placer des matières combustibles, étoient marqués par des cavités entourées de grandes taches brunes ; & lorsqu'on grattoit ces taches avec un couteau, on y découvroit une forte odeur de pissat de chat, odeur qu'on n'appercevoit jamais dans les endroits intermédiaires, où le sel avoit conservé toute sa blancheur ; il en a été de même des matières combustibles, en forme sèche, que j'ai fait insérer dans les pains, telles que les boules de papier, de petits morceaux de bois, &c. aux endroits où ces corps avoient été détruits, on trouvoit constamment les mêmes taches, les mêmes vuides & la même odeur ; elle étoit accompagnée d'un très-mauvais goût. J'ai

pouſſé plus loin les expériences à Montmorot; j'ai fait prendre du ſel grainé bien pur dans les tonneaux chargés pour Neufchâtel, j'en ai fait former un grand nombre de pains, les uns avec de l'eau de fontaine, les autres avec des décoctions, & même avec de ſimples infuſions d'épines & de copeaux de ſapin, d'autres avec de l'eau de ſavon, d'autres enfin avec du bouillon de viande; & tous ayant été ſéchés en même temps ſur des lits de braiſe, les pains formés, ſoit avec de l'eau de fontaine, ſoit avec de l'eau de pluie, ſe ſont trouvés d'une blancheur parfaite, ſans aucun goût, ſans aucune amertume : ceux au contraire que j'avois fait pêtrir avec des eaux imprégnées de mucilages & de matières graſſes animales ou végétales, ſe ſont conſtamment trouvés très-âcres, très-amers, ſur-tout dans leur partie inférieure, ſemés de petits trous & de grandes taches noirâtres, accompagnées d'un très-mauvais goût & d'une forte odeur de piſſat de chat.

Cauſes des taches & de la mauvaiſe odeur des pains. Lorſque les décoctions d'épines ou de copeaux de ſapin étoient très-chargées, les pains de ſel ſe ſont trouvés tellement altérés & criblés dans

leur partie basse, qu'on en auroit pris les morceaux pour des fragmens de pierres ponces noires & rougeâtres; ces teintures sont l'effet des charbons huileux que les matières grasses laissent après elles.

Défaut du sel en pain de Montmorot. J'ai développé & démontré par ces épreuves la cause d'un vice particulier au sel en pain de Montmorot, produit par le séjour des eaux dans les bâtimens, de graduation; défaut que j'ai très-complètement corrigé par la suppression de l'eau grasse dans la formation des pains; ce vice a fait décrier dans la province le sel de Montmorot, qu'on auroit trouvé aussi bon, & souvent plus pur que celui de Salins, si l'on avoit fait usage du sel en grain; mais la partie basse des pains de sel étant assez souvent altérée & tachée par les matières grasses, son mauvais goût, son amertume & sa mauvaise odeur empêchoient les habitans des campagnes de l'employer, soit sur les viandes, soit sur les fromages; leur soupe même s'en ressentoit encore plus, en sorte que les plus aisés rejettoient cette partie de leur sel après l'avoir séparée avec la scie, ce qui pouvoit faire dans les cam-

pagnes un déchet de dix ou douze pour cent sur les sels qu'on y distribuoit : c'est ce que j'ai reconnu par moi-même dans une trournée que j'ai faite en 1760, accompagné par M. Desnans, dans les hautes montagnes de Franche-Comté, depuis Sept-Moncel jusqu'à Mortau, pour consulter les paysans eux-mêmes, recueillir leurs plaintes contre les sels, interroger les Fruitiers dans les granges où l'on fait les fromages, examiner les défauts que le sel peut y causer, & les distinguer de ceux qui tiennent à des causes tout-à-fait étrangères à celle-ci. Les défauts relatifs au sel, provenant uniquement du gypse, des sels terreux, du sel de Glauber & des charbons empyreumatiques résultans de la combustion des matières grasses, l'usage de l'eau pure pour former les pains de sel a tout rectifié.

Formation des pains de sel avec l'eau douce chaude. J'ai perfectionné cette nouvelle formation, en faisant employer l'eau douce chaude : on sait que les sels de Glauber & d'Epsum sont beaucoup plus solubles dans l'eau chaude que dans l'eau froide ; j'ai donc pensé qu'en chauffant l'eau pour la formation, elle pourroit entraîner & dissoudre, en s'égout-

tant, les sels amers s'il en restoit quelque atome sur la surface des grains de sel; enfin qu'elle faciliteroit par sa chaleur le dégagement des matières grasses. Il est aisé de s'en assurer & de vérifier en même temps l'utilité de cette méthode; car si les sels dont on fait les pains sont employés à l'ordinaire, sans être égouttés par un dépôt suffisant, l'eau douce dont on les pêtrit & qui s'en égoutte pendant plusieurs heures avant le dessèchement au feu, y contracte la couleur & la mauvaise qualité de l'eau grasse, un goût piquant, une amertume presque insoutenable, soit qu'elle ait passé par les pains de sel de Montmorot ou par ceux de Salins. Rien ne peut mieux démontrer la nécessité de suivre ma nouvelle méthode, puisqu'au lieu d'apporter des principes étrangers & vicieux dans les pains de sel, elle sert encore à les en purger (1).

(1) MM. de Haller & Tronchin que j'ai consultés sur l'effet des matières gypseuses dans le corps humain, regardent l'usage des eaux gypseuses & des sels gypseux, comme une des principales causes des goëtres, des obstructions, de la galle, & de quelques autres maladies très-communes dans les pays où les gypses sont abondans.

Quelques personnes ont pensé, depuis que cette nouvelle formation est en usage, que les pains de sel pêtris avec l'eau douce devoient être moins pesans & moins solides que les pains de sel formés avec l'eau grasse, parce que l'eau douce, a-t-on dit, doit dissoudre du sel dans les pains, entraîner ce sel en s'égouttant & laisser des vuides à sa place : ce raisonnement est non-seulement détruit par les faits, c'est-à-dire par plusieurs centaines d'épreuves que j'ai faites sur le poids & sur la dureté des pains de sel formés à l'eau douce, mais il tombe de lui-même si l'on fait attention que pour la formation des pains on commence par détremper & remuer le sel dans l'eau qui doit y servir, soit qu'on emploie l'eau douce ou l'eau grasse ; il en résulte que l'eau douce se trouve chargée de tout le sel marin qu'elle peut dissoudre avant que le sel, mouillé de cette eau, soit mis & battu dans le moule : elle est donc saturée dans l'intérieur du pain, de même que l'eau grasse, avec cette différence cependant que l'eau saturée seulement de sel marin peut encore dissoudre du sel d'Epsum & du sel marin à base terreuse, comme on le sait pour peu qu'on soit instruit

en Chimie ; au lieu que l'eau grasse déja surchargée de sels étrangers, ne peut qu'en laisser dans l'intérieur des pains. On est donc forcé de conclure que l'eau douce n'entraîne pas de l'intérieur des pains plus de sel marin que l'eau grasse, mais seulement plus de sel d'Epsum & de sels déliquescens lorsqu'on en a laissé avec le sel gemme, comme il arrive toujours lorsque le sel est mis en pain, après quelques heures de dépôt à l'air froid. C'est par cette raison qu'il est très-avantageux d'employer l'eau douce chaude, les sels étrangers, dont on vient de parler, étant plus solubles dans l'eau chaude que dans l'eau froide.

Je conviens que les pains de sel faits à l'eau douce chaude seroient un peu moins pesans & un peu moins solides que ceux à l'eau grasse, si l'on continuoit de laisser beaucoup de ces sels étrangers dans la masse de sel destinée à former les pains ; mais on est sûr d'éviter ce double inconvénient, en se servant, comme je l'ai prescrit, de sel épuré par un dépôt suffisant, c'est-à-dire, autant que le sel destiné à la fourniture des cantons Suisses ; & c'est un avantage de plus pour le Public, dans la nouvelle formation, de n'être parfaite qu'autant qu'on

emploie des sels plus purs que ceux dont on s'est servi jusqu'à présent.

A l'égard de la conservation de ces nouveaux pains, peut-on douter qu'ils ne résistent mieux à l'air & plus long-temps sans se défaire que les pains à l'eau grasse, qui ne sont qu'un mêlange de sel gemme & de sel d'Epsum, de parties calcaires & de sels déliquescens ?

Poids des pains de sel. Au reste, le poids des pains peut varier beaucoup dans le même moule, avec le même sel, avec la même eau ; le grain du sel qu'on y emploie y fait beaucoup, & plus encore la main de l'ouvrière qui bat le sel dans le moule ; le bombement à la surface antérieure du pain, contribue aussi à le rendre plus ou moins pesant. J'ai fait faire avec de l'eau douce, & dans le même moule de sel marchand, qu'on nomme *rozi re*, des pains de sel qui pesoient trois livres six & sept onces, d'autres qui pesoient à peine deux livres & demie ; j'ai observé les mêmes variétés dans le poids des pains formés à l'eau grasse, elles dépendent uniquement de la bonne volonté & de la bonne foi des Préposés à la formation.

Dans plusieurs milliers de pains de sel que j'ai fait faire avec l'eau douce au

moule rozière, employant du sel prêt à partir pour la Suisse, il s'est trouvé très-peu de pains dont le poids n'excédât de plusieurs onces celui des pains de sel à l'eau grasse, qui est ordinairement de trois livres. On regardoit alors dans les salines la nouvelle formation comme désavantageuse aux Entrepreneurs.

Décomposition du sel sur la braise. Il me reste à parler des moyens aussi simples que j'ai employés pour éviter la décomposition qui arrive dans les pains de sel, par l'application immédiate du feu; cette décomposition devient très-sensible par la forte odeur d'esprit de sel que l'on respire dans les ouvroirs où l'on sèche le sel en pain sur des lits de braise; mais j'ai voulu la démontrer aux yeux, & pour cet effet j'ai fait suspendre à huit ou dix pouces au-dessus des rangées de sel des chassis de bois horizontaux, garnis de papier bleu, teint de tournesol; en moins d'un quart d'heure ces papiers ont été entièrement colorés d'un beau rouge, & tels qu'ils seroient sortis d'une liqueur acide; j'ai fait détacher ensuite avec une scie, après le refroidissement des pains, la partie basse qui porte sur la braise; je l'ai fait piler, & j'ai rempli de ce sel des enton-

noirs de verre garnis de papier à filtrer ; j'ai fait passer à travers le sel une petite quantité d'eau de pluie ; j'ai versé sur cette eau filtrée très-limpide quelques gouttes d'huile de lin, dans l'instant même la liqueur est devenue d'un blanc de lait ; c'est l'effet d'un savon formé sur le champ par la combinaison de l'huile avec une lessive alkaline, effet qui prouve que le bas des pains de sel est alkalisé en partie, & qui confirme tout ce que j'ai dit sur cette décomposition. Le même phénomène n'arrive pas lorsqu'on emploie toute autre partie des pains de sel. C'en est assez pour conclure qu'il faut éviter la calcination sur la braise ; car l'alkali qui en résulte est plus propre à gâter les fromages & les viandes qu'à les conserver.

Desséchement à l'étuve. J'ai donc tenté & je suis parvenu à opérer le desséchement des pains de sel dans des étuves où ils ne peuvent être alkalisés. J'en ai fait la première tentative en 1760 ; je profitai d'une ouverture d'un pied en carré qu'on avoit faite au côté d'un des fourneaux & près du bord des poêles où l'on évapore les eaux salées, ouverture qu'on avoit faite pour arrêter quelque coulée du fond de la poêle ;

J'y fis former une espèce de coffre de six platines de tôle, posées les unes debout, les autres à plat, sans aucun mortier: ce coffre étoit ouvert du côté du fourneau, fermé par-tout ailleurs & trop loin du foyer pour que la flamme pût y donner. J'y fis placer douze pains de sel sortant des moules, posés debout comme sur la braise; en moins de huit heures, & sans avoir subi l'application immédiate du feu, ces pains se trouvèrent parfaitement secs; ils ne l'étoient même que trop, & je fus obligé, en répétant l'épreuve, d'interposer une platine de tôle entre les pains de sel & le foyer, pour diminuer la violence du feu; ces pains étoient fort adhérens aux platines de fer qui les soutenoient, mais je levai bien-tôt cet inconvénient, en faisant poser les pains sur un lit de cendre de huit à dix lignes d'épaisseur. Il me restoit encore deux obstacles à vaincre; les pains de sel étoient tachés par la fumée, & les premières rangées bien plutôt séchées que les dernières, parce que la direction de la chaleur & du courant d'air chassoit la vapeur exhalée des pains de la première rangée sur la seconde, & de celle-ci sur la troisième, ce qui retardoit le desséchement total. J'en

conclus qu'il falloit donner la chaleur par-dessous les pains de sel, en la faisant couler par des cheminées horizontales, ce que j'exécutai au mois de Novembre suivant à Montmorot.

Je fis ouvrir dans une berne, c'est-à-dire dans l'attelier où l'on évapore les eaux salées, une tranchée horizontale dans le terrain perpendiculairement au côté de la poêle, où elle s'ouvroit dans le fourneau ; cette tranchée, conduite jusqu'au mur de la berne & prolongée en retour d'équerre, dans une longueur de vingt-deux pieds, avoit environ vingt sept pouces de largeur, pour contenir trois files de pains de sel, & dix-huit pouces de profondeur. Sur les côtés de cette tranchée, je fis construire deux petits murs de brique, de la largeur d'un carreau jusqu'à la hauteur de huit pouces, pour soutenir des platines de tôle jointives, qui devoient former en même temps le fond de l'étuve & le dessus de la cheminée horizontale ; je terminai l'encaissement de l'étuve à ses extrémités par deux petits murs de brique ; & à l'ouverture de la cheminée, du côté du fourneau, je fis poser un empellement de tôle mobile dans un chassis de fer à rainure, pour augmenter ou diminuer à

volonté le courant d'air chaud sous les platines; je fis couvrir l'encaissement de l'étuve de plusieurs volets de bois mobiles sur des charnières, afin d'y conserver la chaleur, me ménageant la facilité de les suspendre à différentes inclinaisons, pour donner plus ou moins d'évent aux vapeurs exhalées des sels. Ayant fait garnir de cendre le fond de cette étuve, j'y fis ranger trois cens pains de sel, qui furent séchés en moins de vingt-quatre heures par un feu gradué, au moyen de l'empellement décrit ci-dessus, qu'on élevoit de six en six heures; ces sels sont sortis de l'étuve parfaitement secs, durs, sonnans, d'une grande blancheur, sans odeur, sans amertume, sans aucune tache au dedans ni au dehors, à l'exception d'une petite marque de cendre adhérente au bas de chaque pain, que le moindre frottement faisoit disparoître; ces sels pétilloient au sortir de l'étuve comme ceux qu'on a séchés sur des lits de braise lorsqu'on les met à refroidir. J'ai fait faire sept cuites consécutives dans la même étuve, la plupart en vingt-deux heures & toujours avec le même succès, pendant que plusieurs pains de sel des mêmes formations restoient jusqu'à quarante

heures sur la braise avant d'être aussi-bien desséchés. Pour connoître si les sels d'étuve soutiendroient le transport, j'en lançai par terre de toute ma force, & je ne parvins jamais à les casser. Il restoit à voir s'ils se conserveroient à l'air aussi-bien que les sels à l'eau grasse ; je n'en doutois pas, puisqu'ils n'étoient point alkalisés & qu'ils ne contenoient point de sels déliquescens ; mais pour ne rien négliger dans cette matière importante, je fis exposer des sels de l'ancienne & de la nouvelle formation dans des mannes d'osier sous le même hangard, où je les faisois peser de trois en trois jours. J'ai constamment trouvé, en suivant cette épreuve pendant plus de six semaines, que les pains à l'eau grasse, séchés sur la braise, prenoient plus promptement & en plus grande quantité l'humidité de l'air que les pains de sel formés à l'eau douce & séchés à l'étuve : ces derniers sont donc plus parfaits à tous égards. Dès-lors je me déterminai à faire construire de plus grandes étuves propres à sécher les formations entières des sels en pain.

Construction des étuves. Je fis ouvrir un grand canal dans le terrain d'une autre berne à Montmorot ; je l'abou-

chai à la cheminée du fourneau ; je le fis paſſer à travers le mur qui ſépare cette berne de l'ouvroir voiſin ; je le prolongeai au long du mur en retour d'équerre dans l'ouvroir, juſqu'à cinquante-cinq pieds de diſtance de l'ouverture de la cheminée ; & tout le reſte étant diſpoſé comme pour la petite étuve que j'ai décrite, je fis ranger neuf cents pains de ſel du moule qu'on nomme *roſière*, peſant environ trois livres chacun : ils furent ſéchés en moins de trente heures ; les thermomètres que j'avois placés dans cette étuve, à l'extrémité la plus éloignée du feu, furent briſés par la trop grande dilatation de la liqueur ; les pains en ſortirent durs, ſecs & ſonnans, comme ceux de la petite étuve, ayant toutes les qualités néceſſaires pour la conſervation & pour le tranſport. J'ai fait faire ſept cuites conſécutives dans cette grande étuve, toujours avec le même ſuccès ; leur durée moyenne a été de vingt-ſix heures, & la conſommation du bois dans le fourneau n'en a point paru augmentée. J'ai donc épargné & fait tomber en bénéfice ſur la formation la totalité des braiſes que l'on conſommoit précédemment dans la ſaline pour altérer le ſel en pain, & cette économie

fait un objet assez considérable en diminution dans la dépense annuelle des salines de Franche-Comté. Je me suis assuré, en faisant peser des milliers de pains de sel, formés à l'eau douce, & séchés à l'étuve, qu'ils pesoient autant, & souvent plusieurs onces de plus, que les pains de l'ancienne formation, lorsqu'ils étoient bien battus dans les moules, & formés de sels suffisamment égouttés. J'ai fait peser plusieurs douzaines de ces pains de sel à la saline; je les ai envoyés, après les avoir marqués, aux magasins d'Arbois & de Poligny, où je me suis transporté peu de jours après, pour en reconnoître les déchets: les différences de poids se sont trouvées les mêmes à très-peu près que ceux d'un pareil nombre de pains formés à l'eau grasse, & séchés sur la braise que j'avois fait voyager en même temps pour servir de terme de comparaison; ni les uns ni les autres n'étoient fracturés. Il en a été de même de plusieurs douzaines de pains de sel formés à l'eau douce, & séchés à l'étuve, qui ont été envoyés en 1760 de Montmorot à Besançon, & de Besançon à Paris, où ces pains sont arrivés en très-bon état: il est donc démontré qu'on peut les transporter, comme ceux

à l'eau grasse, dans toute la Province; qu'ils ne sont pas plus fragiles quand ils sont purs & formés suivant les règles que j'ai prescrites; qu'ils se conservent & résistent plus long-temps à l'humidité de l'air; qu'enfin ils ont toutes les conditions nécessaires au service de la Province, comme on l'éprouve depuis quinze mois dans les Bailliages fournis par la saline de Montmorot. On ne débite plus à présent dans cette saline que des pains de sel formés à l'eau douce & séchés à l'étuve, incomparablement plus purs que ceux qu'on y débitoit précédemment. J'ai recueilli les marques les plus flatteuses & les moins équivoques de la satisfaction du peuple, en parcourant au mois de Novembre dernier, les cabanes des paysans sur les montagnes voisines de Saint-Claude, à l'extrémité de la province. Je dois le succès du travail en grand aux soins & aux attentions de M. Menetrier, Directeur de la saline de Montmorot, qui m'a bien secondé dans toutes ces recherches: je me fais un plaisir de lui rendre ici ce témoignage public avec les éloges qui sont dûs au zèle & à la probité d'un bon citoyen. Il est à présumer que les mêmes procédés s'établiront dans la suite à Salins, si ces

changemens ne font point traversés par des intérêts subalternes ou par l'envie de perpétuer d'anciens abus : quoi qu'il en puisse être, j'ai rempli les objets de ma mission, & je ne pense pas qu'il soit possible de pousser plus loin la perfection des sels en pain, toujours inférieurs cependant aux sels cristallisés & n'ayant pas la neutralité parfaite du sel à gros grain de Montmorot, tant parce qu'ils sont formés de sel à menu grain fait à l'eau bouillante, que parce qu'ils perdent un peu de leur acide par le desséchement même dans les étuves. Un jour le sel à gros grain sera généralement préféré, comme il devroit l'être : en attendant, j'ai lieu d'espérer que la Franche-Comté, désormais éclairée sur la qualité des eaux & sur la formation des sels, libre de choisir l'espèce qui lui conviendra le mieux, & déja fournie de sels plus purs, me saura gré de mes travaux.

Fin du Tome premier.

De l'Imprimerie de STOUPE, rue de la Harpe, 1777.




WIDENER LIBRARY
HX IMXG A

